

CLASSIFICATION SECRET

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

# INFORMATION REPORT

REPORT NO.

25X1A

COUNTRY Germany (Russian Zone)

DATE DISTR. 22 December 1948

SUBJECT Paper on Torpedo Fire Control Mechanisms  
Used by the Germany Navy since 1926

NO. OF PAGES

PLACE ACQUIRED

25X1A

NO. OF ENCLS.  
(LISTED BELOW)

DATE OF INFO ACQUIRED

25X1X

SUPPLEMENT TO REPORT NO.

THIS DOCUMENT CONTAINS INFORMATION AFFECTING THE NATIONAL DEFENSE OF THE UNITED STATES WITHIN THE MEANING OF THE ESPIONAGE ACT SO U. S. C. TITLE 18, CHAPTER 37, SECTIONS 793 AND 794. ITS TRANSMISSION OR THE REVELATION OF ITS CONTENTS IN ANY MANNER TO AN UNAUTHORIZED PERSON IS PROHIBITED BY LAW. REPRODUCTION OF THIS FORM IS PROHIBITED. HOWEVER, INFORMATION CONTAINED IN BODY OF THE FORM MAY BE UTILIZED AS DEEMED NECESSARY BY THE RECEIVING AGENCY.

**\*Documentary**  
**THIS IS UNEVALUATED INFORMATION FOR THE RESEARCH USE OF TRAINED INTELLIGENCE ANALYSTS**

SOURCE

The attached photostatic copy of a paper on torpedo fire control mechanisms used by the German Navy since 1926 is being forwarded to your office for retention in the belief that it may be of interest.

act.	
info	53
info	

**EVALUATE**

Return to CIA Library

Dec 28 10 19 AM '48  
SCI BR

CLASSIFICATION SECRET

STATE	NAVY	NSRB	DISTRIBUTION							
ARMY	AIR	ORE	X							

Dec 24 9 12 AM '48

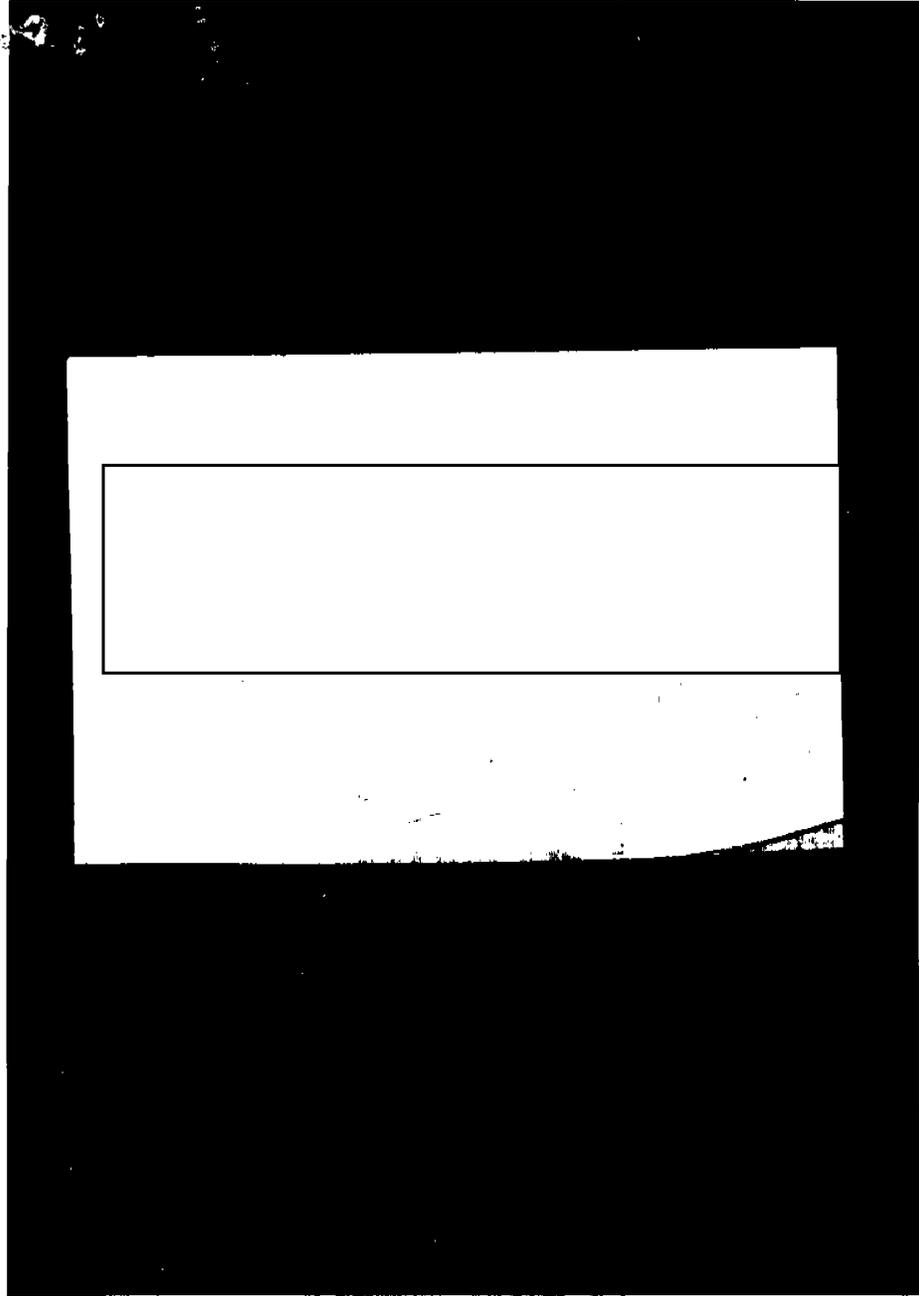
E/W

Approved For Release 2002/08/14 : CIA-RDP83-00415R001700020006-4

25X1A

Approved For Release 2002/08/14 : CIA-RDP83-00415R001700020006-4

Approved For Release 2002/08/14 : CIA-RDP83-00415R001700020006-4



25X1A

Approved For Release 2002/08/14 : CIA-RDP83-00415R001700020006-4

Abteilung SAN  
Verfasser: Helwig

25X1A

**Historischer Überblick**

Entwicklung des Jahre 1926 in der deutschen  
Kriegsmarine Torpedo-F Feuerleitanlagen  
auf U-Booten und Beschreibung der ty-  
pischen Einrichtungen der Torpedo-F Feuerleit-  
anlagen auf U-Booten.

Berlin-Köpenick, den 16.10.1947  
Pa.

SECRET

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Stand der Entwicklung im Jahre 1926 . . . . .	1
A1. Rohrazielapparat . . . . .	1
A2. Torpedo-Rechenscheibe . . . . .	1
B. Kreuzer "Baden" mit logarithmischem Torpedo- Richtungsweiser . . . . .	3
B1. Logarithmischer TRW-Geber . . . . .	3
B2. Zielskule . . . . .	3
B3. Schusswinkel-Quittung . . . . .	5
B4. Befehls-Anlage . . . . .	5
B5. Ausführung der Geräte . . . . .	6
C. Die "L-Kreuzer" mit TRW-Geber mit Rechenscheibe . . . . .	6
C1. TRW-Geber mit Rechenscheibe . . . . .	6
C2. Automatischer Lagewinkel . . . . .	7
C3. Übertragung $190^{\circ} : 5^{\circ}$ . . . . .	8
C4. Schusswinkel-Quittung . . . . .	8
C5. Zielskule . . . . .	9
C6. Befehls- und Abfeueranlage . . . . .	9
C7. Fächergerät . . . . .	9
C8. Bordregeltisch . . . . .	10
C9. Schaltung . . . . .	10
C10. Ausführung . . . . .	11
D. Kreuzer "Hürberg" mit TRW-Geber mit Dreiecksge- triebe und automatischer Koppelanlage . . . . .	11
D1. TRW-Geber mit Dreiecksgetriebe . . . . .	11
D2. Zielskule . . . . .	14
D3. Rohrsätze . . . . .	15
D4. Befehls- und Abfeueranlage . . . . .	16
D5. Koppler . . . . .	16
D6. Schusswinkel-Rechner . . . . .	18
D7. Ausführung . . . . .	18
D8. Schaltung . . . . .	18
E. Panzerschiff "Adm. Scheer" mit Auswanderungsver- fahren . . . . .	19
E1. Auswanderung . . . . .	20

	Seite
<b>F. Zerstörer "56" mit Zentral-Abfeuergerät und Winkelschuß . . . . .</b>	21
F1. TZA-Geber . . . . .	22
F2. Winkelschuß . . . . .	23
F3. Schnellkoppler . . . . .	24
F4. Schußwinkel-Rechner . . . . .	25
F5. Streuwinkel-Rechner . . . . .	27
F6. Zentral-Abfeuergerät . . . . .	29
F7. Entwicklungsstand 1937 . . . . .	29
F8. Schaltung . . . . .	30
<b>G. Kreuzer "Prinz Eugen" und "Seydlitz" mit Krän- gung und ferngesteuerten Fohrsätzen . . . . .</b>	30
G1. Stabilisierter TZA-Geber . . . . .	30
G2. Stabilisierte Rohrsätze . . . . .	35
G3. Krümmungsgerät . . . . .	38
G4. Schußwinkel-Rechner . . . . .	39
G5. Streuwinkel-Rechner . . . . .	41
G6. Schußwertreiber . . . . .	41
G7. Ausführung . . . . .	41
G8. Schaltung . . . . .	42
<b>H. Zerstörer "56a" mit GA-Steuerung und Zeitschalter . . . . .</b>	45
H1. Steuerkule . . . . .	46
H2. Schaltung . . . . .	52
<b>I. Stand der Entwicklung 1945 . . . . .</b>	52
I1. GA-Steuerung . . . . .	53
I2. Zielgerät . . . . .	54
I3. Rohrsatz . . . . .	55
I4. Ausführung . . . . .	56
<b>K. Zusammenfassung . . . . .</b>	56

Zugehörige Zeichnungen

- 84/65 Torpedo-Feuerleitance für Überwasserfahrzeuge
- 84/Bb 14 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitance für Kreuzer Emden
- 84/Bb 15 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitance für K-Kreuzer
- 84/Bb 16 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitance für Kreuzer Nürnberg
- 84/Bb 17 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitance für Panzerschiff Admiral Scheer
- 84/Bb 18 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitance für Zerstörer "36"
- 84/Bb 19 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitance für Kreuzer Prinz Eugen und Seydlitz
- 84/Bb 20 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitance für Zerstörer "36a"
- 84/Bb 21 Überblick über die Torpedo-Feuerleitance der Überwasserschiffe

#### A. Stand der Entwicklung im Jahre 1926

Im Jahre 1926 bestanden noch keine eigentlichen Torpedo-Feuerleit-  
anlagen. Die größeren Schiffe wie Kreuzer und Schlachtschiffe hat-  
ten noch fest eingebaute Torpedo-Ausstoßrohre, welche meist unter  
Wasser angeordnet waren und lediglich der Versenkung eines be-  
schädigten Fahrzeuges dienten.

##### A1. Rohrzielapparat

Nur die Torpedo-Boote hatten schon schwenkbare Rohrsätze, welche  
mit dem Rohrzielapparat ausgerüstet waren. Mit diesem Gerät wurde  
der Gegner anvisiert und nach Schätzung die Fahrt und Lage des  
Gegners eingestellt. Hierdurch wurde ein Zieldreieck gebildet, so  
daß die Torpedo-Ausstoßrohre in Schußrichtung kamen. Die Ausstoß-  
rohre konnten entweder von Hand geschwenkt werden oder mit Hilfe  
eines elektro-hydraulischen Getriebes (Lauf-Toma) gerichtet werden.  
Beide Methoden waren so unvollkommen, daß mit einem laufenden Rich-  
ten nicht zu rechnen war. Es wurde daher meist das Verfahren mit  
feststehenden Rohren angewendet, d.h. man stellte eine günstige  
Schußrichtung ein und ermittelte den Vorhaltewinkel anhand des  
schon erläuterten Rohrzielapparates nach Schätzung. Man wartete  
nun, bis der Gegner durch das Fadenkreuz der Optik lief, wobei  
meist durch Abdrehen des Torpedo-Boots der Vorgang beschleunigt  
wurde. In dem Augenblick, in welchem der Gegner im Fadenkreuz war,  
wurde abgeschossen. Der Abschuss wurde mechanisch durch Betätigung  
des Abfeuerngestänges von Hand gelöst.

Es ist einleuchtend, daß mit diesen primitiven Verfahren keine  
günstigen Resultate erzielt werden konnten. Die Schätzungen der  
Gegnerdaten (Geschwindigkeit des Gegners (Fahrt) und Kurs des Geg-  
ners (Lage)) waren sehr ungenau; die Beobachtungsmöglichkeiten  
von den wegen des Zuwasserbringens der Torpedos niedrig angeleg-  
ten Ausstoßrohren war gering und man war in hohem Maße auf die Ge-  
schicklichkeit und Erfahrung des Torpedo-Schützen angewiesen.

##### A2. Torpedo-Rechenscheibe

Der erste Schritt in Richtung einer Torpedo-Feuerleitanlage wurde  
kurz vor 1926 auf den Torpedo-Booten in Verbindung mit den schon  
bestehenden Artillerie-Feuerleitanlagen gemacht. Es handelt sich  
um die Torpedo-Rechenscheibe. Dieses Gerät war in der Artillerie-  
Rechenstelle untergebracht und gestattete mit Hilfe eines sicht-

baren Zieldreiecks die Ermittlung des Vorhaltewinkels und der Reichweite. Es wurde ein Gegnerarm, welcher als Lineal ausgebildet war und Teilungen für die Gegnere-Geschwindigkeit enthielt um den Lagenwinkel, d.h. den Winkel zwischen Peilstrahl und Gegnerkurs angeschwenkt. Ein Torpedoarm aus Glas, welcher Marken für die 2 Torpedogeschwindigkeiten 24,5 und 35 Knoten enthielt, wurde durch Betätigung zweier Handräder in Deckung mit der Gegnerfahrt gebracht. Der hierbei gebildete Vorhaltewinkel wurde auf einen Drehschilder geleitet und dem Seitenwinkel überlagert, so daß der Schußwinkel entstand. Es wurde also mit dem Zielgeber der Artillerie gerichtet und dem dort gefundenen Seitenwinkel anstelle des Schießers der Artillerie der Vorhaltewinkel der Torpedo-Rechenscheibe addiert, so daß der Schußwinkelgeber der Artillerie auf die Schußwinkel-Empfänger an den Torpedo-Ausstoßrohren geleitet werden konnte. Dort befanden sich Gegenseiger, welche mit der Rohrrottschwankung verbunden waren. Die vorhandene Artillerie-Feuerleitanlage wurde also lediglich mit der Torpedo-Rechenscheibe in der Zentrale und den Schußwinkel-Empfängern auf den Rohrstützen ausgerüstet und es war nur in der Zentrale eine Umschaltung des Schießers auf den Vorhaltewinkel der Rechenscheibe vorzunehmen. Diese Anlage war mit den einfachsten Mitteln schon ein erheblicher Schritt vorwärts. Es konnten die in der Artilleriezentrale georteten Gegnerdaten benutzt werden, es stand die gute und günstig aufgestellte Zielskule der Artillerie zur Verfügung und der Mann an den Ausstoßrohren konnte die ihm elektrisch angezeigten Schußwinkelwerte mit Folgezeiger übernehmen. In diese Zeit fällt auch die Entwicklung der elektro-magnetischen Abfeuerung, welche jedoch zunächst infolge konstruktiver Mängel nicht recht befriedigte. Als großer Nachteil stellte sich die Kupplung mit der Artillerie-Anlage heraus, denn im Ernstfall war nicht damit zu rechnen, daß bei einem Angriff die Artillerie-Anlage im Interesse der Torpedo-Anlage unterbrochen würde. Der bewährte Rohrzielapparat auf den Rohrstützen wurde beibehalten, um jederseits auch unabhängig von jeder Anlage von den Rohren aus schießen zu können. Dieser Grundsatz ist auch bei den modernsten Anlagen stets aufrecht erhalten worden.

### B. Kreuzer "Emden" mit logarithmischem Torpedo-Richtungsweiser

In den Jahren 1926 und 1927 wurde die erste Torpedo-Feuereitanlage auf Kreuzer "Emden" hergestellt. Die beigefügte Zeichnung Blatt 14 gibt einen Überblick über die Anlage.

#### 31. Logarithmischer TRW-Geber

Das wesentliche Merkmal dieser Anlage ist der logarithmische Torpedo-Richtungsweiser-Geber (TRW-Geber S. Gea 491). Dieses Gerät ist auf der Brücke aufgestellt und gestattet einen guten Überblick zu wieweit der Seitenwinkel und Schußwinkel ermittelt. Ein besonderes Merkmal gibt Anschluß über die Reichweite. Ein Folgezeiger-Empfänger für Seite gestattet die Zielübernahme von der Artillerie und der später eingebauten Funk-Meßanlage. Der im TRW-Geber ermittelte Seitenwinkel kann der Artillerie-Anlage übermittelt werden, damit überprüft werden kann, ob die Entfernungsmessgeräte das gleiche Ziel beobachten. Der Schußwinkel wird sowohl dem TRW-Empfänger an den Anstößrohren (S. empf. 492) zum Richten der Rohre als auch dem TRW-Quittungs-Empfänger (S. Gea 497) auf der Brücke zur Kontrolle der Schußrichtung übermittelt. Zu erwähnen ist noch, daß der Seitenwinkel auch der Wandochter in der Zentrale zugeführt wird, wo durch Überlagerung mit dem eigenen Kurs die rechtweisende Feilung gebildet wird. Diese wird für den Hand-Koppeltisch benötigt, auf welchem der eigene Weg und der Gegnerweg aufgezeichnet werden, um aus dem Koppeltisch die Gegnerdaten ermitteln zu können. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß aus dem gleichen Grunde auch die Entfernung an die Zentrale übermittelt wird, wobei anhand der verschiedenen Entfernungsmessgeräte eine gewisse Mittelung vorgenommen wird. Die Gegnerdaten (Gegnerfahrt  $v_g$  und Lagerwinkel  $\gamma$ ) werden an TRW-Geber von Hand eingestellt, wobei die Werte entweder geschätzt oder vom Koppeltisch telefonisch überkommen werden. Die Entfernung  $e$ , welche lediglich für die Reichweite benötigt wird, wird am  $\frac{1}{2}$ -Empfänger (S. Gea 475) auf der Brücke angezeigt und von Hand in TRW-Geber eingestellt. Am TRW-Geber sind Abtasterkontakte zum elektro-magnetischen Auslösen des Schusses vorgesehen.

Die Wirkungsweise des logarithmischen TRW-Gebers ist in der Abhandlung "Theorie der Torpedo-Feuereitanlagen der Überwasserschiffe" näher erläutert, so daß hier nur die geschichtliche Entwicklung angegeben ist, welche zu dieser Lösung geführt hat. Es

Wie bereits erwähnt, daß die Torpedo-Boote in der Verbindung mit der Artillerie mit einer Torpedo-Rechenscheibe ausgerüstet waren, welche wie der Rohrzielapparat eine geometrische Nachbildung des Zielrecks zur Grundlage hat. Das bei der Rechenscheibe angewandte Verfahren (siehe ebenfalls genauere Beschreibung in "Historie der Torpedo-F Feuerleitanlagen der Überwasserachiffe") zeigt folgende Nachteile:

1. Die Gegnerfahrt ist nicht einstellbar, sondern der Bedienungsmann muß sich die befohlene Geschwindigkeit merken.
2. Bei unachtsamer Bedienung kann der Gegnerarm gegen die Lagerung des Torpedearms stoßen und Schaden nehmen bzw. dejustiert werden.
3. Die Torpedogeschwindigkeit kann nicht eingestellt werden; der Bedienungsmann muß sich die der befohlene Geschwindigkeit entsprechende Marke auf dem Torpedearm merken.
4. Der Torpedearm muß mittels zweier Handräder eingestellt werden. Es ist eine große Geschicklichkeit erforderlich, um die Torpedomarkte mit der Gegnerfahrt in Deckung zu bringen. Jede überflüssige Schwankung des Torpedearms geht in den Schusswinkel ein, so daß das Resultat so unruhig wird, daß ein Folgen an dem Bahnen nicht möglich ist. Die Genauigkeit der Ermittlung ist gering, da sie von den In-Deckung-Halten der Marken mittels des Auges des Bedienungsmannes abhängig ist.
5. Jede Veränderung des Lagerwinkels erfordert eine Neueinstellung des Torpedearms. Es sind also jedesmal 3 Handräder zu bedienen. Eine Automatik ist nicht möglich, da das Zielrecks nur durch das Nachsehen mit dem Auge des Bedienungsmannes geschlossen wird.
6. Eine befriedigende Bedienung der Rechenscheibe, so daß allerorts eine gute Ableitung und Einstellung möglich ist, befriedigt nicht.

Bei diesem Nachteilen war die Suche nach einer anderen Lösung sehr verfruchtbar und man glaubte diese gefunden zu haben, wenn man die mathematische Beziehung:

$$\sin \beta = \frac{v_g}{v_T} \cdot \sin \gamma$$

logarithmiert

$$\lg \sin \beta = \lg v_g - \lg v_T + \lg \sin \gamma$$

Es einfach diese Lösung zuerst erscheint, da nur Werte zu addieren bzw. subtrahieren sind, zeigten sich doch bei der Durchbildung des Gerätes fast unüberwindliche Schwierigkeiten durch die logarithmische Teilung, welche bei kleinen Werten sehr groß und bei großen Werten sehr klein ausfällt. Vollkommen unmöglich ist die Darstellung der Werte um Null herum, da bekanntlich  $\lg 0 = -\infty$  ist. Es war also ein Übergang von positive auf negative Werte, wie es der Logarithmus fordert, nicht möglich. Man mußte sich daher schweren Herzens zu einer Umschaltung für die Werte "Bug rechts" auf "Bug links" entschließen und hierfür 2 Geberpaare versehen.

Die großen technischen Schwierigkeiten führten dazu, daß nur ein einziger logarithmischer TRW-Geber hergestellt wurde und man doch wieder auf das geometrische Zieldreieck zurückgreifen mußte. Ein weiterer Nachteil der rein mathematischen Lösung lag darin, daß mit ihr nur der Vorhaltungswinkel ermittelt werden konnte, während zur Bestimmung der Reichweite ein Zieldreieck zur Darstellung gebracht werden mußte.

### 22. Zielskule

Außer dem logarithmischen TRW-Geber ist auf "Emden" noch eine einfache Zielskule vorgesehen (ZS 51, 71 Ges 23). Diese trägt den Rohzielsapparat und sollte auf diese Weise den Schußwinkel an optisch günstiger Stelle ermitteln. Es ist jedoch nie zu der geplanten Ausführung gekommen, wie überhaupt die Anlage "Emden" als Hauptanlage nur unvollkommen blieb. Es ist es auch nicht gewiss, ob die doppelte Aufstellung von Geräten auf Deckbord und Steuerbord zur Durchführung kam.

### 23. Schußwinkel-Messung

Ein wesentliches Merkmal dieser ersten Torpedo-Feuersichtanlage ist auch die vollständige Schußwinkel-Messung. Man wollte sich stets von dem Feind aus der Höhe übersehen, um in günstigen Augenblicken schießen zu können. Später hat man erkannt, daß dieser Weg nicht zum Ziele führt und einen zu hohen Aufwand darstellt, besonders wenn 2 Rohreitzte vorhanden sind.

### 24. Befehls-Anlage

Außer der eigentlichen TRW-Anlage, d.h. der Anlage, welche den Schußwinkel bildet und übermittelt, war auf "Emden" eine besondere

Befehlsanlage vorgesehen. Auf der Brücke befinden sich die Befehlsgeber (T Bef Geb, S. ges 485), in den Zielsäulen sind gleichfalls Befehlsgeber eingebaut, und am Rohrsatz befindet sich der Befehls-Empfänger (T Bef-Empf, S. ges 486). Diese Befehlsgeber und Befehls-Empfänger waren wie bei den Rudertelegraphen mit Quittung ausgerüstet. Es war eine Umschaltung vorgesehen, je nachdem, ob der logarithmische TRw-Geber oder die Zielsäulen Befehlsstellen waren.

#### 35. Ausführung der Geräte

Besüglich der Ausführung der Geräte ist zu erwähnen, daß durchweg bestes Material wie Rotguß und Bronze angewendet wurde, was sich bestens bewährt hat. Die Lagerungen wurden als Gleitlager ausgebildet und bereiteten in der Herstellung hohe Kosten. Große Schwierigkeiten machte die Schmierung der Lager, da man vom normalen Maschinenbau ausgehend verhältnismäßig lange Lagerungen gewählt hatte. Die Beleuchtung der Geräte befand sich noch sehr im Anfangsstadium der Entwicklung. Es waren zwar Widerstände als Verdunkler vorgesehen, doch war die Ausleuchtung der Skalen nicht gleichmäßig und genügend gegen Feindsicht geschützt.

Abschliessend muß gesagt werden, daß die erste Torpedo-Pauerleit-anlage auf dem Kreuzer "Emden" durchaus als Außenseiter in der Entwicklung anzusehen ist.

#### 9. Die "K-Kreuzer" mit TRw-Geber mit Rechenscheibe

Wie schon erwähnt, befriedigte die logarithmische Lösung so wenig, daß man sich gezwungen sah, wieder auf die geometrische Nachbildung des Zieldreiecks zurückzugreifen. In den Jahren 1927 bis 1929 wurden die Kreuzer "Königsberg, Karlsruhe und Köln", die sogenannten "K-Kreuzer" ausgerüstet, welche den TRw-Geber mit Rechenscheibe, S. ges 1 erhielten. Der beigefügte Plan S4-Bb 15 gibt eine Übersicht über die Anlage mit den wesentlichen Schaltungen.

#### 11. TRw-Geber mit Rechenscheibe

Auf der Brücke ist auf Steuerbord und Backbord je ein TRw-Geber aufgestellt, mit denen man die Umgegend gut übersehen kann. Die Geräte tragen eine Optik, welche durch Schwenken des ganzen Gerätes auf das Ziel gerichtet wird. Die Beobachtung des Gegners erfolgte von Hand ohne jede Vorstabilisierung oder andere technische Unterstützung. Spätere Schießübungen zeigten, daß auf diese

Weise das Ziel bei Seegang nur schwer im Fadenkreuz gehalten werden kann. Nur besonders ausgewähltes und geschultes Personal war in der Lage befriedigende Resultate zu erzielen. Auch wurde durch spätere Versetzung der Seitenhandräder eine möglichst günstige Handlichkeit erreicht. Diese TRw-Geber auf den "K-Kreuzern" berücksichtigten bei der Ermittlung des Schußwinkels die Parallaxe, d.h. den Abstand von den TRw-Gebern zu den Ausstoßrohren. Man sprach damals noch von einer Genauigkeit von  $1/10$  Grad, man hoffte also den Schußwinkel mit dieser Genauigkeit bestimmen zu können. Spätere Untersuchungen zeigten, daß eine solche allgemeine Betrachtung nicht möglich ist, sondern die funktionellen Verhältnisse berücksichtigt werden müssen, wonach der Schußwinkel je nach Gefechtsbild mit verschiedenen Genauigkeiten zu erwarten ist. In besonderen zeigte sich, daß die Abhängigkeit von den Gegnerdaten wie Gegnerfahrt und Lage ausschlaggebend ist. Da diese jedoch nicht mit der gewünschten oder erhofften Exaktheit ermittelt werden konnten, erscheint uns heute die Berücksichtigung der Parallaxe auf den K-Kreuzern als ein übertriebener Aufwand. Damals legte man jedoch großen Wert auf die Parallaxkorrektur und bezog sie richtiger Weise auf den Eintrittspunkt des Torpedos ins Wasser. Das an der Rechenscheibe dargestellte Zieldreieck zur Ermittlung des Vorhaltewinkels hatte dieselben unter Abschnitt B aufgezählten technischen Mängel und Bedienungsschwierigkeiten.

#### OK. Automatischer Lagenwinkel

Ein wesentlicher Schritt in der Entwicklung der Torpedo-Feuereitfähigkeiten war die Einführung des sogenannten automatischen Lagenwinkels. Der Lagenwinkel ist sozusagen der Seitenwinkel des Gegners und damit laufender Änderung unterworfen wie auch der eigene Seitenwinkel. Es ist daher für den Erfolg der Schußwinkelrechnung von großem Einfluß, wenn der Lagenwinkel stets richtig ist. Da dieser aber nur von Zeit zu Zeit geschätzt oder vom Koppeltisch der Zentrale telefonisch übermittelt wurde, war die Bildung eines sich laufend richtig ändernden Lagenwinkels ein großer Gewinn. Hierzu erhält der TRw-Geber den Kurswinkel von der A-Komponente, einen von der Kompaßanlage überwachten Trägheitsrahmen mit Kreisel. Auch finden wir auf den K-Kreuzern erstmalig die Anwendung von automatischen Nachsteuerungen der elektrisch fernübertragenen Drehwerte. Es wurde die sogenannte Folgekupplung (FK) verwendet, ein elektromagnetisch gesteuertes Wendegetriebe, dessen Kontaktgeber als Schaltwerk auf den Drehmeldern angeordnet war.

Als Anzeigeorgane finden wir noch Zählwerke verwendet. Diese sind später wegen folgender Nachteile nicht mehr verwendet worden:

1. Bei einem Zählwerk müssen die Ziffern abgelesen werden, welche meist klein gehalten sind, während bei einer Uhr schon aus der Stellung der Zeiger ohne genaue Betrachtung der Ziffern abgelesen werden kann.
2. Die Ablesung eines Zählwerkes bereitet Schwierigkeiten, wenn eine Zahlenrolle sich gerade in der Umschaltung befindet.
3. Zählwerke können nicht über Null hinaus positive und negative Werte anzeigen. Es sind hierfür 2 Zählwerke erforderlich, welche mit Abdeckungen für das nicht geltende versehen sein müssen.
4. Zählwerke gestatten nur eine beschränkte Einstellgeschwindigkeit, welche für die unterste Zahlenrolle bei etwa 500 Umdrehungen pro Minute liegt.

#### 03. Übertragung $180^\circ : 5^\circ$

Die Torpedo-Feuersleitanlage der "X-Kreuzer" war wie alle vorhergehenden Anlagen zunächst mit einer Übertragung  $180^\circ : 5^\circ$  und Rot-Grün-Schaltern ausgerüstet worden. Als sich später hieraus Irrtümer ergaben und die Drehmelder gemauert worden waren, stellte man auf  $360^\circ : 10^\circ$  ohne Rot-Grün-Schaltung um, wobei jedoch für die Folgekopplungen  $180^\circ : 10^\circ$  gewählt wurde. Aus diesem Grunde hat der Fkw-Weber 2 Geberpaare für den Seitenwinkel. Der Seitenwinkel mit  $180^\circ : 10^\circ$  wird an die Entfernungsmessanlage sowie an die Artillerie und Flak-Anlage übertragen, wie andererseits von dort die Werte zur Sichtübernahme bezogen werden können. Der Seitenwinkel mit  $180^\circ : 10^\circ$  geht zum Peilszählwerk, welches für die Aufzeichnungen des Gefechtsbildes auf dem Handkoppler in der Zentrale benötigt wird. Hier ist ebenfalls eine Umschaltung auf andere Zielstellen vorgesehen.

#### 04. Schusswinkel-Quittung

Der Schusswinkel geht vom Fkw-Weber sowohl an die Rohrätze als auch an die Schusswinkel-Quittungs-Empfänger (71 empf 1). Es ist hier das Quittungssystem noch weiter ausgebaut worden, indem Zeiger mit Gegenseiger zur Anwendung gekommen sind. Man ist bei der Quittungsanlage sogar soweit gegangen, daß man für jeden Rohratz einen zugehörigen Empfänger auf der Brücke aufgestellt hat. Gleichfalls befinden sich Quittungsempfänger für den an den Rohrätzen eingestellten Schusswinkel bei den Zielskolen auf den achteren Zielstelle

#### 05. Zielskule

Es handelt sich bei den achteren Zielstellen um einfache Zielskulen mit Rohrzielapparat. Es wurde hier das Verfahren mit festen Rohrstellungen angewendet, wo nach einem vorgeplanten Gefechtverlauf in dem Augenblick abgeschossen wird, wo der Gegner das Fächerkreuz passiert.

Auf den Rohrsätzen, es sind deren 4 (jede Seite 2), befinden sich wie üblich die Rohrzielapparate.

#### 06. Befehls- und Abfeuer-Anlage

Die "K-Kreuzer" sind mit einer vollständigen Befehls- und Abfeueranlage ausgerüstet. Die Befehle werden mittels Drehmelder übertragen, wozu besondere Befehlsgeber an den Zielstellen und zugehörige Empfänger an den Rohrsätzen vorgesehen sind. Es ist wieder ein vollständiges Quittungssystem durchgeführt worden. Ein Umschalter wird entsprechend der Befehlsstelle betätigt, je nachdem ob die vordere Zielstelle oder die achtere Zielstelle dominierend ist. Die Abfeuerung erfolgte anfänglich von Schaltern in den Deckeln der TrW-Geber, ist jedoch später durch Handabfeuerkontakte in Verbindung mit Wahlschaltern ersetzt worden. In den Wahlschaltern wird der Schuß vorgewählt, d.h. welches Rohr abgeschossen werden soll. Diese Anlagen waren großen Veränderungen unterworfen, da stets der Aufwand mit der Betriebssicherheit abzuwägen war. Es war auch eine große Anzahl Signallampen erforderlich, welche über den Ladezustand der Rohre Aufschluss gab. Diese Signallampen sind später wegen Feindeinsicht durch Schauseichen mit Leuchtmasse vorteilhaft ersetzt worden.

#### 07. Fächergerät

Jeder der 4 Rohrsätze wurde später mit einem Fächergerät zur Auslösung eines Fächerschusses aus mehreren Rohren versehen. Es ist das im Prinzip ein Kreisel, welcher beim ersten Abschuss freigegeben wird und nun mit seinen um den Streuwinkel gespreizten Kontakten die anderen Schüsse freigibt, wenn die Rohrsätze oder das ganze Schiff entsprechend geschwenkt werden.

Die Rohrsätze können sowohl von Hand als auch mittels eines handgesteuerten elektro-hydraulischen Getriebes (Lauf-Toma) geschwenkt

EUREK

und in die Schußrichtung gebracht werden. Zur Einstellung des Schußwinkels dient der Schußwinkel-Empfänger (71 torp 23) mit seinen Gegenseigern. Der Einbau dieser Geräte mit dem Streuwinkel für den Flächenerschuss ist nachträglich erfolgt und fällt etwa in das Jahr 1935.

Die Entfernung wird als solche in optischen Entfernungsmessern ermittelt sowie von den später eingebauten Funkmeßgeräten übernommen. Hierbei ist bei der Übernahme des Entfernungswertes von der Flak-Anlage eine Umrechnung von 1/e in e erforderlich, wofür ein besonderer Entfernungswandler (25 Wa, 71 torp 38) in der Zentrale aufgestellt wurde.

In der Torpedo-Maschenstelle befindet sich außer dem bereits erwähnten Feilsühlwerk ein Handgeber (A Geb 71 ges 109). Er hat den Zweck, das Feilsühlwerk mit der Kompaßanlage zu synchronisieren, welche nur mit dem Feinwert mit 1° für 1 Umdrehung ausgerüstet ist.

**88. Bordregeltisch**

Bei den "K-Kreuzern" ist der Anschluß für einen Bordregeltisch (BRT) vorgesehen. Es ist das eine Drehplatte, auf die ein Torpedo gelegt werden kann, um das Arbeiten des Geradlaufapparates im Torpedo zu überprüfen bzw. einzuregulieren. Das Gerät erhält hierzu den Kurswinkel  $\varphi_e$  um die Kursänderungen des eigenen Schiffes auszuscalten.

**89. Schaltung**

Seitenwinkel 360 : 10 von	vorderer Torpedo-Zielstelle Steuerbord vorderer Torpedo-Zielstelle Backbord Artillerie-Anlage Funkmeß-Anlage
Seitenwinkel 180 : 10 von	vorderer Torpedo-Zielstelle Steuerbord vorderer Torpedo-Zielstelle Backbord E-Gerät Fockmast Steuerbord E-Gerät Fockmast Backbord E-Gerät achterer Stand
Kurs von A-Komponente auf	Feilsühlwerk Bordregeltisch
Entfernung von	E-Gerät Fockmast Steuerbord E-Gerät Fockmast Backbord E-Gerät achterer Stand Artillerie-Anlage Funkmeß-Anlage

Schusswinkel von	vorderer Torpedo-Zielstelle Steuerbord
	vorderer Torpedo-Zielstelle Backbord
Befehlsanlage von	vorderer Torpedo-Zielstelle
	achterer Torpedo-Zielstelle

#### 010. Ausführung

Die Ausführung der Anlage ist in bestem Material mit vorwiegend Rotguss und Bronze durchgeführt. Die Lagerungen bestehen vorwiegend aus Gleitlagern mit Fettschmierung. Auch in der Beleuchtung der Skalen ist noch keine Änderung zu verzeichnen. Lediglich die später eingebauten Geräte sind vorwiegend aus Leichtmetall mit Kugellagerung.

#### D. Kreuzer "Nürnberg" mit TRW-Geber mit Dreiecksgetriebe und automatischer Koppelanlage.

In die Jahre 1930 bis 1935 fällt die Ausrüstung des Kreuzers "Nürnberg" mit einer Torpedo-Feuerleitanlage. Die Zeichnung S4-Bb 16 gibt einen Überblick über die Anlage. Es ist die erste Anlage, welche als vollständig angesehen werden kann, da sowohl das Zielgerät (der TRW-Geber) mit einem Rechengetriebe zur Ermittlung des Schusswinkels versehen wurde, als auch in der Zentrale eine brauchbare Koppelanlage mit automatischer Übernahme der Werte und selbstständiger Aufzeichnung des Gefechtsbildes zur laufenden Ermittlung der Gegnerdaten ausgerüstet wurde. Auch gestattet ein Schusswinkelrechner in der Torpedo-Rechenstelle die sorgfältige Errechnung des Schusswinkels.

#### D1. TRW-Geber mit Dreiecksgetriebe

Der wertvollste Schritt in der Entwicklung war die Erfindung des Kurbeltriebes als Zieldreieck. Dieses Getriebe vermeidet alle die im Abschnitt B aufgezählten Nachteile der bisher verwendeten Rechen-scheibe. Das Dreiecksgetriebe selbst ist nicht mehr sichtbar. Alle Werte werden an gut ablesbaren Skalen eingestellt und in dem Dreiecksgetriebe mit hoher Genauigkeit so verarbeitet, daß nach Einstellung der Eingangswerte sofort das Resultat zur Verfügung steht, wobei keine überflüssigen Schwankungen des Schusswinkels auftreten, so daß ein zügiges Folgen der Rohsätze möglich ist. Gleichseitig entsteht ebenfalls an einer Ablesetrommel die Reich-

weite. Der automatische Lagenwinkel sorgt dafür, daß der Lagenwinkel sich ständig dem Gefechtsbild entsprechend ändert, so daß jeweils nur kleine Korrekturen vorgenommen werden müssen. Das Gerät erhält hierzu den Kurswinkel von der Mutterrichtanlage (Kompaß-Anlage). Die Parallaxe, welche durch den Abstand der Zielgeräte von den Torpedo-Ausstoßrohren bedingt ist, ist durch ein besonderes Parallaxgetriebe berücksichtigt worden, welches das Parallaxdreieck geometrisch nachbildet. Es macht sich also immer noch der Einfluß der Artillerie-Anlagen bemerkbar, wo eine besondere Sorgfalt auf diese Werte gelegt werden muß.

Ein weiterer großer Vorteil des TRW-Gebens , 71 torp 14, ist die Vorstabilisierung der Zielrichtung durch den Kurswinkel in Verbindung mit einer Generator-Verstärker-Steuerung (GV). Es ist also der erste Schritt zur Fernsteuerung mit modernen Mitteln getan, wenn auch der Impulgeber noch ein Kontaktwerk ist. Durch das Kuragesteuerten GV-Motor ist das Zielgerät von den Kursänderungen des eigenen Schiffes befreit, der Seitenrichtmann hat nur die durch die Änderung des Gefechtsbildes bedingten Änderungen des Peilwinkels am Seitenhandrad einzustellen. Es wird ihm also beim Abdrücken des eigenen Schiffes das Ziel nicht plötzlich von Padenkreis der Optik weggerissen. Darüber hinaus ist das Zielgerät erstmalig für alle Feuerleitanlagen mit einem Geschwindigkeitsgetriebe zur Erleichterung des Richtvorganges ausgerüstet worden. Erst im Krieg ist der große Nutzen dieser Einrichtung voll erkannt worden. Es wird also an einem leicht zu betätigenden Handrad die Schwenkgeschwindigkeit eingestellt. Hierbei ist eine gewisse Wegüberlagerung vorgesehen, um eine Übersteuerung zu vermeiden. Man muß sich den Richtvorgang wie folgt vorstellen: Der Seitenrichtmann greift zunächst mit dem Seitenhandrad das Ziel auf, dann versucht er es mit dem leichtgängigen und daher gefühlsmäßig sehr genau einstellbaren Geschwindigkeits- oder Auswanderungshandrad im Padenkreis zu halten. Ist die eingestellte Geschwindigkeit zu gering, so daß das Padenkreis zurückbleibt, so muß offenbar eine höhere Geschwindigkeit eingestellt und der veräumte Weg aufgeholt werden. Wollte man dieses nur mit einer reinen Geschwindigkeits-Steuerung machen, so müßte man eine zu hohe Geschwindigkeit einstellen, um den veräumten Weg aufzuholen. Dies führt zu einer dauernden Pendelung um den Sollwert herum. Ist jedoch - wie im Gerät vorgesehen - eine Wegüberlagerung eingebaut, so wird mit der Erhöhung der Geschwindigkeit gleichsei-

zig der verkürzte Weg aufgeholt. Diese Einrichtung arbeitet so verteilhaft, daß der Seitenrichtmann das Ziel mit geringer Mühe sehr genau im Fadenkreuz halten kann. Die Einrichtung hat aber darüber hinaus noch 2 weitere Vorteile. Einmal kann durch diese Einrichtung ein vorübergehendes Ausersichtkommen des Gegners durch Nebel oder andere Sichtbehinderungen überbrückt werden; zum anderen wird bei dem geschilderten Verfahren gleichzeitig die Schwenkgeschwindigkeit ermittelt, welche als sogenannte Auswanderung die Möglichkeit zur Berechnung des Schußwinkels nach dem Auswanderungsverfahren bietet. Es ist deshalb im Gerät hierfür ein besonderer Geber vorgesehen, welcher allerdings auf "Nürnberg" noch nicht zum Anschluß gekommen ist.

Zur Erleichterung der Zielaufnahme kann die Optik nach Lösung einer Last freigeschwenkt werden. Eine Automatik sorgt dafür, daß das Gerät diesen Bewegungen mit den ihm möglichen Folgegeschwindigkeiten folgt. Nach Erfassung des Zieles wird die Optik wieder eingestastet.

Man ersieht aus diesem kurzen Überblick, daß eine vollkommen neue Entwicklung in den Torpedo-Fernleitanlagen begonnen hat, indem ein hochentwickeltes Zielgerät geschaffen wurde, welche in geistreicher Weise versucht, den praktischen Anforderungen zu entsprechen und ein Optimum der gestellten Aufgaben zu erreichen. Dieser Grundtyp des Torpedo-Richtgerätes hat sich so gut bewährt, daß er bei allen späteren Anlagen im Prinzip beibehalten worden ist. Es sind lediglich konstruktive Verbesserungen und Erhöhung der Betriebssicherheit sowie Abwägung des vertretbaren Aufwandes durchgeführt worden.

Auf der Brücke sind 2 solche TRW-Geber für Steuerbord und Backbord aufgestellt. Die Geräte sind aus Gründen des Aufwandes und der Betriebssicherheit nicht mit Schleifringen zur Zuführung der elektrischen Werte und Stromverbindungen versehen; sie sind daher nicht durchdrehear sondern haben einen Schwenkbereich von etwa 360 Grad, was die Kabelschleife in dem Säulen der Geräte ohne Schwierigkeiten ermöglicht.

Die TRW-Geber erhalten den Kurswinkel von der Mutterrichtanlage (Kom,AD-Anlage) und die Entfernung von den Entfernungsmessgeräten. Die Gegendaten wie Fahrt und Lage werden entweder geschätzt oder besser telefonisch von der Torpedo-Rechenstelle übernommen. Das Gerät liefert den Seitenwinkel, welcher an Zielrichtungs-Empfänger

71 empf 103 zwecks Zielübernahme sowie an den Koppler und Schußwinkelrechner in der Zentrale übertragen wird. Der Schußwinkel wird von dem Gerät an die Rohrbrille und Befehlsübermittlungsstation (ZB-Ka, 71 torp 24) sowie an die Zielgeber (Z-Geb, 71 torp 20) zur Schußwinkel-Kontrolle übertragen. Es ist hierbei eine Umschaltung auf den Schußwinkel des Schußwinkel-Rechners (Z-Sch-Re, 71 torp 15) in der Zentrale vorgesehen. Nicht ausgeschlossen ist der Auswanderungsgeber ( $dw_H/dt$ ).

#### 52. Zielbrille

Auf der Brücke war noch die Aufstellung eines Schußfeldprüfers (Z-Sch-Pr, 71 torp 18) geplant, welcher jedoch nicht zur Ausführung gekommen ist. Es lag hierbei der Gedanke zugrunde, das ein eigenes Fahrzeug anviert und hierfür der Schußwinkel bestimmt werden sollte. Lag dieser in der Nähe des RW des Fahrzeuges, so lag eine Gefährdung vor. Das Gerät sollte hierzu den Karowinkel und Schußwinkel erhalten, wobei die Schußwinkel die Richtung der Torpedo-Ausstoßrohre übertragen werden sollte. Man hat sich begnügt, die Prüfung des Schußfeldes von der Brücke aus (Z-Geb, 71 torp 20) durchzuführen. Diese Geräte, welche auf der vorderen Zielstelle und Steuerbord und Heckbord auf der achteren Zielstelle aufgestellt sind, tragen den Schußwinkelapparat, so daß das Gerät in Schußrichtung kommt, während es auf der mit Seite bezeichneten Folgesieger-Empfänger die Schußwinkelbestimmung vorgenommen wird. Es ist hierfür eine Umschaltung von RW auf Schußwinkel-Quittung vorgesehen. In der Praxis hat man sich bei der Schußfeldprüfung wenig Anwendung gefunden und hat teilweise fallen gelassen werden.

Wesentlicher ist die Benutzung der Zielbrille zur Ermittlung des Seitenwinkels, welcher dem Koppler und Schußwinkelrechner in der Zentrale zur Bildung des Schußwinkels zugeführt wurde. Hierbei ist eine Übertragung  $360^\circ \pm 20^\circ \pm 10^\circ$  vorhanden, die damals die Nachsteuerung des Wertes  $360^\circ \pm 10^\circ$  noch nicht fertiggestellt bereitete. Wird die Optik mit ihrem Zieldreieck (Zieldreieckapparat) zur Bildung des Vorhaltewinkels benutzt, so wird vom Zielgeber der Schußwinkel direkt an die Ausstoßrohre übertragen.

### D3. Rohrsätze

Die 4 Torpedo-Rohrsätze, auf jeder Seite 2, können von Hand rein mechanisch oder mit Hilfe eines elektro-hydraulischen Getriebes (Lauftoma) gerichtet werden. Die Rohrrichtung wird an den Torpedo-Schuwinkel-Empfängern (1 Schu-Empf, 71 torp 23) angezeigt, welche andererseits auf elektrischem Wege den errechneten Schuwinkel erhalten, so daß lediglich die Zeiger in Deckung zu halten sind und jederzeit geschossen werden kann. Bei der Torpedo-Feuerleitanlage auf Kreuzer "Härberg" ist erstmalig von vornherein der Flächen-schuß mit Hilfe des Flächengerätes (71 torp 12) vorgesehen. Es ist deshalb an den Schuwinkel-Empfängern eine Einstellung für den Streuwinkel vorgesehen. Die Ansetzrohre befinden sich also beim Breitenflügel in einer um den Streuwinkel von der errechneten Schuwinkelrichtung abweichenden Stellung. Beim ersten Schuß wird der Kreisel im Flächengerät freigegeben, so daß beim Durchschwenken die anderen Schüsse um den Streuwinkel versetzt gemäß dem am Kreiselrahmen ausgepreißen Kontakten fallen. Der Kreisel im Flächengerät wurde anfänglich von einem Federwerk im Augenblick des Abschusses angeworfen; später wurden elektrische Kreisel verwendet, welche vor dem Abschuss angelaufen lassen wurden. Es war hierfür in den Geräten ein Umformer zur Erzeugung des Drehstromes für den Kreisel eingebaut.

Es erwähnen ist noch die Hartlagenschaltung. Besonders beim Flächen-schuß ist es von Bedeutung vorher zu wissen, ob auch alle Schüsse möglich sind und nicht durch den beschränkten Schußbereich der Rohrsätze behindert sind. Angenommen der Schußbereich der Steuerbordrohre geht von  $45^\circ$  bis  $135^\circ$  und der Streuwinkel beträgt  $5^\circ$ . Es ist dann im äußersten Falle ein 3-er Flieger mit den Schußrichtungen  $45^\circ$ ,  $50^\circ$  und  $55^\circ$  möglich. Der errechnete Schuwinkel wäre in diesem Fall  $50^\circ$  und die Rohre stehen in der Anfangsstellung von  $55^\circ$ , da stets gemäß Verabredung von achtern nach vorn durchgeschwenkt wird. Es hat dies seinen Grund darin, daß die Torpedobahnen sich nicht überschneiden sollen, damit keine Kollision der Torpedos eintreten kann. Der Rohrsatz steht in dem angenommenen Beispiel also auf  $q + \psi = 50 + 5 = 55^\circ$ , während der Hartlagenschalter auf  $q - \psi = 50 - 5 = 45^\circ$  steht und damit anzeigt, daß das Ende des Schußbereiches bereits erreicht ist. Die zugehörigen Signallampen bzw. Schanzeichen befinden sich in den Befehls-Übermittlungs-kästen und Zielgebern. Die Abfeuerung erfolgt elektro-magnetisch

von den Zielstellen aus, wo entsprechende Abfeuerkontakte an den Zielgeräten und Wählswitchern für die verschiedenen Röhre in den Befehlsübermittlungskanälen und Zielgeräten vorgesehen sind. Für die Abfeuerung von Rohrrats aus befinden sich auch dort entsprechende Abfeuerkontakte und Wählswitcher. Als letzte Reserve kann immer noch mechanisch durch einen Handhebel vom Rohr selbst geschossen werden.

#### 24. Bedienung der Abfeuerungslage

Die Bedienung der Abfeuerungslage ist auf Kreuzer "Hünaberg" sehr weitgehend ausgebaut. Außer der bereits beschriebenen Abfeuerungslage ist noch eine ständige Überprüfung der Abfeuerungslage durch ein elektrisches Meßinstrument vorgesehen, indem auch vor dem Schuss ständig ein Meßstrom durch die Anlage fließt. Für den Meßstrom sind an allen Meßstellen eine Kontrolle durch Zeiger mit Gegenseiger vorgesehen, wobei der Innenseiger den errechneten Schußwinkel und der Außenseiger den an den Rohrsätzen eingestellten Schußwinkel anzeigt. Man kann also aus der Zeigerstellung stets erkennen, wie gut die Röhre folgen. Zur Übermittlung der Befehle sind Drehfelder vorgesehen, welche ebenfalls mit Quittung versehen sind. Sie befinden sich in den Zielgeräten, in den RU-Kästen und an den Röhren in den Befehls-Empfängern (71 torp 22).

#### 25. Koppler

Auf Kreuzer "Hünaberg" ist eine vollständige automatische Koppelanlage eingebaut. Man hatte erkannt, daß das Torpedoschießen nach Schätzung vollkommen unzulänglich ist und daß auch das Koppeln von Hand nicht ausreichen kann. In der Abhandlung "Analyse der Fehler der Torpedo-Feuerleitanlagen der Überwasserschiffe" sind diese Verhältnisse eingehender untersucht worden und es ist zu erkennen, daß der Erfolg einer Torpedo-Feuerleitanlage maßgeblich von der Güte der Ermittlung der Gegnerdaten abhängig ist.

Dieser erste Gefechts-Koppler (T-Gef-Kop, 71 torp 7) mit dem Fahrtwandler (71 torp 13) stellt noch einen erheblichen Aufwand dar und ist später sehr vereinfacht und vervollkommenet werden. Immerhin hat er schon recht befriedigend gearbeitet und bedeutet in der Entwicklung einen großen Schritt vorwärts. Es werden folgende Werte elektrisch aufgenommen und mittels kontaktgesteuerter Nachlaufwerke bzw. Folgekupplungen (elektro-magnetische Wendegetriebe) vollautomatisch übernommen:

... von der Mutterrichtanlage (Kompaßanlage)

... von der Fahrtmeßanlage

... von der Torpedo-Fernleitungsanlage von den Torpedo-Zielstellen

... von der Artillerie-Fernleitungsanlage von der Artillerie-Rechenstelle

... von der Torpedo-Fernleitungsanlage von den Entfernungsmessgeräten der Torpedowaffe

... von der Artillerie-Fernleitungsanlage von der Rechenstelle der Artillerie

Die Gefechtsbilder werden durch die Wegkomponenten mittels Sinus-Cosinus-Verfahren und Koordinatentransformationen vom eigenen Schiff und vom Torpedoschiff mittels Artilleriebild gebildet und auf Schreiber geleitet, welche automatisch das Gefechtsbild aufzeichnen. Solche Gefechtsbildschreiber befinden sich in derzentrale und bei der Schiffsführung im Kommandoturm und auf der vorderen Zielstelle. Da die Schreiber nur mit den Feindgeräten (10 km) angeschlossen sind, ist ein entsprechender Synchronisiergeber in der Torpedo-Rechenstelle vorgesehen. Da die Schreiber alle gleiche Anschläge als Begrenzung des Schreibfeldes haben, kann in einfacher Weise so synchronisiert werden, daß alle Werte vom Synchronisiergeber aus gegen die Anschläge gefahren werden. Der Synchronisiergeber dient auch dazu, das Gefechtsbild wieder in die Bildmitte zu rücken, wenn es am Rande verschwinden will.

Durch die Gefechtsbildschreiber erhält man einen guten Überblick über das Gefechtsbild und kann auch ganz gut den Kurs des Gegners erkennen und ablesen. Schwierigkeiten bereitet jedoch die Ermittlung der Geschwindigkeit. Es ist deswegen hierfür nachträglich ein besonderes Gerät, der Fahrtwandler vorgesehen worden. In diesem Gerät sind Tangensenschnitten vorgesehen, welche die Wegkomponenten in Geschwindigkeitsumgewerten umwandeln, welche in einem Sinus-Cosinus-Getriebe in Gegenfahrt und Gegenkurs umgewandelt werden. Dieses Sinus-Cosinus-Getriebe ist in sofern sehr interessant, weil es durch eine besondere Steuerung die Umwandlung von kartesischen in Polarkoordinaten gestattet. Die so gebildeten Werte werden dem Schreibwerkzeug zur Bildung des Schreibfeldes übermittelt.

Nur die Koppelanlage ist von besonderer Bedeutung, daß die Eingangswerte laufend richtig angeführt werden, da jede Verfehlung die eigenartigsten Aufzeichnungen in den Gefechtsbildschreibern

bern zur Folge hat. In besonderem Maße gilt diese Voraussetzung für die Entfernung, welche mit den auf Kreuzer "Nürnberg" vorhandenen Mitteln nur schwerlich laufend gemessen werden kann. Es hätte der Zwischenschaltung eines Mittlungsgerätes für Entfernung bedarf, um der Koppelanlage vollen Erfolg zu ermöglichen. Leider konnte sich die deutsche Marine hierzu trotz verschiedener Hinweise nicht entschließen.

#### D6. Schnswinkel-Mechanismus

Auf Kreuzer "Nürnberg" befindet sich erstmalig ein Schnswinkel-Mechanismus (T Schu-Me, VI 15) in der Zentrale. Statt des bisher verwendeten Zielrelecks ist eine mathematische Lösung mit Sinus-Getrieben verwendet worden. Das Gerät kann sowohl nach dem Koppelverfahren wie nach dem Auswanderungsverfahren den Schnswinkel ermitteln. Auf Kreuzer "Nürnberg" ist das Auswanderungsverfahren jedoch noch nicht zur Anwendung gekommen. Die von Hand übertragenen Gegenstände wie Fahrt und Lage werden von Hand mittels Folgenzeiger eingestellt. Es wird  $v_g \cdot \sin \gamma$  gebildet, welches Wert gleich  $v_T \cdot \sin \beta$  ist. Auf dem  $v_T$ -Fremdscheibe wird der Seitenwinkel abgelesen und von Hand zwecks Überlagerung mit dem seitlich einfließenden Seitenwinkel zum Schnswinkel eingezeichnet. Der Schnswinkel ist durch ein Parallaxgetriebe auf die Eintrittsplatte der Torpedos ins Wasser besetzt und wird den Rührschrauben und Schnswinkel-Kontrollempfängern elektrisch zugeführt. Der Schnswinkel ist also von den Zielstellen auf die Torpedo-Nachstellung übertragbar.

#### D7. Ausführung

Bei den Geräten auf "Nürnberg" ist der Anfang der Umstellung auf Leichtmetall gemacht worden. Die Gehäuse sind aus Aluminium, während die Getriebeplatten der Nockengetriebe noch aus Rotguss sind. Zur Lagerung sind vorwiegend Kugellager verwendet worden, welche eine gleichbleibende Leichtgängigkeit der Getriebe gewährleisten und die oft schwierigen Schmierstellen der Gleitlager vermeiden.

#### D8. Schaltung

Die Schaltung der Torpedo-Feuerleitanlage auf Kreuzer "Nürnberg" ist in die Richtungsweiser-Anlage (TRW-Anl), in die Entfernungsmess- und Koppelanlage und in die Befehls- und Abfeuerschaltung unterteilt. Es sind im wesentlichen folgende Schaltungen vorgesehen:

Seitenwinkel von	vorderer Torpedo-Zielstelle Torpedo-Nachtzielstelle (Brücke mit TRW-Geborn) achterer Torpedo-Zielstelle Funkanlage
Sichtwinkel von	Torpedo-Nachtzielstelle (Brücke mit TRW-Geborn) Torpedo-Rechenstelle
Entfernung von	Fockmast vorderer Rechenstelle der Artillerie achterer Rechenstelle der Artillerie Funkgerät
Befehlsgebe von	vorderer Torpedo-Zielstelle Torpedo-Nachtzielstelle (TRW-Geborn) Achterer Torpedo-Zielstelle

8. Panzerschiff "Admiral Scheer" mit Auswanderungsverfahren

Etwa in das Jahr 1936 fällt die Torpedo-Feuerleitanlage für das Panzerschiff "Admiral Scheer". Bei dieser Anlage ist zu berücksichtigen, daß ein Panzerschiff in erster Linie Träger der Artillerie ist und daher die Torpedowaffe auf den großen Einheiten eine untergeordnete Bedeutung hat. Aus diesem Grunde hat das Schiff, wie aus dem Plan S4-Nb 17 ersichtlich ist, nur achtern 2 Rohrsätze, welche durch eine Schutzhaube verkleidet sind. Es wird hiermit ein Grundgedanke berührt, welcher besonders in den Jahren 1940 bis 1944 in verstärktem Maße bearbeitet wurde, ohne jemals zu einer befriedigenden Lösung geführt zu haben. Man war sich schon 1936 darüber im Klaren, daß die bisherige freie Aufstellung der Torpedo-Ausstoßrohre weder bei Seegang noch im Gefecht günstig ist. Andererseits bedingt eine Kapselung der Torpedo-Rohrsätze so erhebliche Umstellungen, daß vollkommen neue Gesichtspunkte zur Geltung kommen müssen. Die Ausstoßrohre müßten anders armiert werden, die Aufstellung der Geräte auf und an den Rohrsätzen müßte vollkommen neuartig erfolgen, wobei die Beibehaltung einer lichtstarken Optik besonders Maßnahmen erfordert. Die letzten Entwürfe in dieser Richtung zeigten allseitig gekapselte Bedienungsstände in Stromlinienform wie ein Steuerräuschen auf kleinen und schnellen Motorbooten. Auf "Admiral Scheer" war die Verlegung des Bedienungsstandes unter die Rohrsätze in das Zwischendeck mehr eine Maßnahme wegen der Geschütztürme der Artillerie. Es war nicht damit zu rechnen, daß sich beim Artillerieschießen Menschen auf dem Achterdeck aufhalten konnten.

Die Rohreitzte wurden wie bisher von einem handgesteuerten elektrohydraulischen Getriebe ( Lauf-Tone) betätigt, wobei wieder ein Schußwinkel-Empfänger (71 torp 24) unter Berücksichtigung des Streuwinkels die Übernahme des errechneten Schußwinkels anhand von Gegenzeigern gestattete. Ebenfalls war wieder ein Fächergarät, ein Befehlsempfänger und Wahlschalter vorgesehen. Der Rohreitz zeigt also bis auf seine Aufstellung nichts Neues bezüglich der Torpedo-Feuerleitanlage.

Dies kann auch allgemein von der ganzen Anlage gesagt werden. Wir finden wieder den TRW-Üeber 71 torp 14, den Koppler 71 torp 7 mit Fahrtwandler 71 torp 13 und den Gefechtsbildzeichnern sowie den Schußwinkel-Rechner 71 torp 15. Auch über die Befehls- und Abfeueranlage ist nichts Neues zu berichten, es sei denn, daß sie nicht mehr so überladen ist.

#### B1. Auswanderung

Das wesentliche Merkmal der Scheer-Anlage ist die erstmalige Anwendung des Auswanderungsverfahrens und der damit verbundenen Aufstellung eines besonderen Auswanderungsmessers ( TAM ). Bei diesem Verfahren wird durch die Multiplikation der Auswanderung (Schwankgeschwindigkeit des Feilstrahls im Raum  $d(\omega + \varphi_e) / dt$ ) mit der Entfernung der für den Torpedoschuss notwendige Anteil der Radaranten ohne jede Kopplung gefunden, so daß sofort bei Kenntnis der eigenen Fahrt und des Seitenwinkels der Vorhaltewinkel gefunden werden kann.

$$\sin \beta = \frac{e \cdot \frac{d(\varphi_e + \omega)}{dt} - v_e \cdot \sin \omega}{v_T}$$

Das Auswanderungsverfahren bedingt, daß die Auswanderung und Entfernung mit großer Genauigkeit ermittelt werden. Man setzte große Hoffnungen auf die in Entwicklung begriffenen elektrischen Entfernungsmesser. Um nun die Auswanderung mit genügender Genauigkeit ermitteln zu können, war ein besonderer Auswanderungsmesser entwickelt worden, bei dem eine Kreiselanordnung durch einen Federdruck zum Auswandern gebracht wurde. Die Durchbiegung der Feder war ein Maß für die gesuchte Schwankgeschwindigkeit. Um das Gerät

von den Schiffsbewegungen zu befreien, welche den Meßkreislauf gestört hatten, war der Anschluß an eine BG-Komponente mit den Werten für Schlingern und Stampfen erforderlich. Im Ganzen gesehen war der TAM ein erheblicher Aufwand und fand starke Konkurrenz durch das einfache Reibradgetriebe in den TRW-Gebern. Durch besonders sorgfältige Konstruktion und Ausführung dieser Organe gelang es im TRW-Geber dieselben Genauigkeiten zu erreichen, so daß bei späteren Anlagen der TAM in Fortfall kam.

Die Auswanderung vom TAM oder den TRW-Gebern wurde zum Teil auf dem Schußwinkel-Rechner in der Zentrale geschaltet. Dort wurde ein Multiplikationsgetriebe in Form eines Dreieckgetriebes solange zum Einsatz gestellt, bis die Auswanderungsmasse in Deckung stand. Bei der Konstruktion des Schußwinkel-Rechners zeigte es sich, daß in dem Multiplikationsgetriebe Schwierigkeiten hinsichtlich des Spielraumes auftreten, so daß dieser von 20 auf 70 mm beschränkt wurde. Bei späteren Geräten ist aus diesem Grunde ein anderes und zweckmäßigeres Multiplikationsgetriebe entwickelt worden.

#### 2. Rechner "16" mit Leistungsbüchsenwerk und Winkelrechner

Die Torpedo-Feuerrichtanlage der Rechner "16" fällt etwa in das Jahr 1957 und ist auf der Zeichnung 84-2b 18 dargestellt. Statt der TRW-Geber sind TZA-Geber (Torpedo-Ziel- und Auswanderungsgeber) auf der Brücke vorgesehen. Die TRW-Geber waren im Laufe der Entwicklung recht ungenügend geworden, so daß man sich zu einer grundlegenden Neukonstruktion entschloß, zumal für die U-Boote ein sehr kleines Dreieckgetriebe zur Ermittlung des Verhaltewinkels entwickelt worden war. Der maßgebende Grundgedanke bei dieser Konstruktion war die Lagerung der Vektorscheiben mittels eines Seitenlagers und eines Stützlagers am Umfang, wobei für beide Lager Kugeln verwendet wurden. Dieser Grundgedanke zieht sich durch die ganze Anlage, wo wir auch neuen Konstruktionen für den Koppler und den Schußwinkelrechner begegnen. Ausser der zweckmäßigeren Konstruktion der Rechengetriebe finden wir auch neue Lösungen der Rechenverfahren, wovon noch die Rede sein wird. Der wesentlichste Schritt in der Entwicklung der Rechengetriebe ist aber wohl die Einführung der Kurvenkörper, welche wir im Schußwinkel-Rechner und dem ersten Streuwinkel-Rechner verwendet finden.

Es ist schwer, die Einzelheiten der Anlage zu erläutern, da nicht mehr eine Summe von Geräten vorliegt, sondern die Verfahren und Zusammenhänge sind bereits stark verflochten. Bei den Geräten über Deck ist deutlich die Absicht zu erkennen, nur das Nötigste oben zu belassen, wo es den ungünstigen Klimaverhältnissen und im Ernstfall dem Chaos des Kampfes ausgesetzt ist. Alle feineren Apparaturen und auch die Rechenvorgänge, welche vom Bedienungsmann eine gewisse Ruhe und Konzentriertheit erfordern, sind unter Deck angeordnet. Diese Verhältnisse treten besonders stark durch die Aufstellung eines Zentral-Abfeuergerätes unter Deck ins Auge.

#### VI. TZA-Geber

Betrachtet man zunächst den TZA-Geber genauer, so ist zu erkennen, dass die Ermittlung der Parallaxe in Portfall gekommen ist; es ist sogar auf den automatischen Lagenwinkel verzichtet worden. Etwas weitgehend erscheint die Einsparung eines besonderen Gebers für den Schusswinkel. Es ist nur ein Geber vorgesehen, der je nach Wunsch (Peilwert) als Seiten- oder Schusswinkelgeber verwendet werden kann. Man will nur notfalls den Vorhaltewinkel im TZA-Geber ermitteln können; das normale Verfahren soll über die Rechenstelle gehen, wo mit entsprechenden Geräten der Schusswinkel ordentlich ermittelt werden kann. Ein verbessertes Keilradgetriebe im TZA-Geber sorgt für günstige Richtverhältnisse und Ermittlung einer genauen Auswanderung, wobei eine Kursvorstabilisierung eingebaut ist. Es ist also nichts unterlassen worden, was zur Bildung eines guten Peilwinkels erforderlich ist. Wir finden diesen Grundsatz bei späteren Anlagen stets aufrecht erhalten.

Sehr wesentlich für die Servitöranlage ist auch die Verwendung kontaktloser Steuerungen durch die Anwendung von Drehwelderbrücken in Verbindung mit Struktoren. Hierdurch wurde eine ruhige und stüßige Steuerung der Optik erreicht, während bei der bisher verwendeten Kontakt-GV-Steuerung die einzelnen Schritte störend in Erscheinung traten.

Der im TZA-Geber vorgesehene Schusswinkel-Folgesieger ist elektrisch entweder mit dem Schusswinkel-Rechner in der Zentrale oder den Rohren verbunden. Er orientiert also über das Ergebnis der Rechenstelle oder über die Stellung der Rohre und ersetzt somit die bisher übliche Schusswinkel-Quittungsanlage, welche als zu umfangreich

...richtet wurde, ebenfalls sind Befehlsgeber bzw. DU-Kasten und ... in Notfall gekommen. Auf der Brücke befindet sich ... dem TZA lediglich noch ein Anzeige-Empfänger, welcher die ... und die Schußrichtung nebst Fächerbreite angibt.

Der TZA-Befehl erhält die Werte: Kurswinkel zur Verfestigung ... der Seite auf der X-Komponente, den Seitenwinkel von anderen TZA ... oder von Entfernungsmessgerät zwecks Zielübernahme und den ... von der Zentrale oder den Rohrstützen zwecks Kontrolle. ... liefert den Seitenwinkel an den Koppler und Schußwinkel ... in den Rohrstützen sowie an die anderen Zielstellen als auch ... ohne Zentrale wird er als Schußwin ... an die Brücke und das Zentral-Abfeuergerät übertragen. ... wird an dem Schußwinkel-Rechner in der Zentrale ...

## 72. Winkelschuss

Ein bedeutender Schritt in der Entwicklung ist die Einführung des Winkelschusses für die U-Boat-Fahrzeuge. Mittels sogenannter GA-Stellungen werden die Geradlauf-Apparate (GA) in den Torpedos verteilt, so lange der Torpedo noch in den Anstoßrohren liegt. Zunächst wurde nur sehr vorsichtig von dieser technischen Möglichkeit Gebrauch gemacht. Es wurde nur ein Winkelschuss von  $\pm 30^\circ$  freigegeben und die GA-Verstellung dürfte nur langsam vorgenommen werden, oder aber besser gesagt, die GA-Verstellung war auf einen Dauerbetrieb, wie ihn z.B. eine Steuerung vorstellen würde, nicht eingerichtet. Es mußten erst konstruktive Änderungen am Torpedo vorgenommen werden, um die Leichtgängigkeit der GA-Verstellung zu erhöhen und ein Pressen der Einstellorgane zu vermeiden. Der Schußwinkel setzt sich nun aus der Drehung des Rohrstützes ( $\alpha_r$ ) und der GA-Verstellung ( $\epsilon$ ) zusammen, so daß ein entsprechender Hochwinkel-Empfänger konstruiert werden mußte. Das Drehwinkelpaar, welches den errechneten Schußwinkel empfängt, ist mit Aussenscheitern für diesen Wert versehen. Dessen stehen 2 Aussenscheiter gegenüber, von denen der eine weiß und der andere rot ist. Der weiße Aussenscheiter gibt die Stellung des Rohrstützes an, und ist über das Schwenkgetriebe des Rohrstützes gekoppelt. Der rote Aussenscheiter wird von der Summe aus Rohrstützwinkel und GA-Winkel ( $\alpha_r + \epsilon$ ) verstellte und gibt die endgültige Schußrichtung an, welche auch von einem Geberpaar dem Zentral-Abfeuergerät und beim Schließen der Zentrale ...

dem FZA angeleitet wird. Der Bedienungsmann hat also den roten  
Scheitler in Deckung mit dem Innenseiger zu halten. Das elektro-  
hydraulische Schwenkgetriebe am Rohrsatz hat den Nachteil, daß es  
nicht stehen bleibt, wenn auch am Steuerhandrad die Schwenkge-  
schwindigkeit Null eingestellt ist. Es besteht also die Gefahr,  
daß der Rohrsatz von selbst allmählich weiterläuft und außer Schuß-  
bereich kommt und somit die Schußverblockung einsetzt. Die GA-Ver-  
stellung war zunächst für die Vergrößerung des Schußbereiches ge-  
plant. Es bestand die Anweisung, daß die GA's so wenig wie möglich  
eingesetzt werden sollten. Es wurde also zunächst versucht, ohne  
ihnen auszukommen. Erst wenn das Ende des Schußbereiches  
erreicht war, wurde der vorgesehene Schalter angesetzt wurde, blieb der Rohr-  
satz stehen. Es elektrisch-magnetisch ein Kursschluß-Schieber in dem  
mechanischen Getriebe betätigt wurde, welcher für den absoluten  
Kurs und den Bohrsensorgte. Man wurden die GA's veratollt,  
daß nach dem ein Endlagenschalter anklappte, daß die freigegebenen  
Kurs schließt waren. - Es bedeutete für die Entwicklung der Tor-  
pedenrichtanlagen der Übergang zum Winkelschuß ist, so brachte  
die Schicht in der angewandten Form auf den Zeretzern "36" nur  
den erweiterten Schußbereich.

#### Die Kopplung

Die Torpedo-Rechenstelle ist ein neuer Koppler 71 to 74 aufge-  
stellt. Anstelle des sehr umfangreichen ersten Gerätes in Kasten-  
bau ist ein kleineres Wandgerät entstanden. Es ist der frühere  
Koppler in die Konstruktion mit einbezogen, so daß unmittel-  
bar die Resultate die Gegenfahrten (Gegnerfahrt und -lage) entstehen.  
Das Gerät arbeitet mit direkt gesteuerten Motoren, welche den ei-  
genen Kurs von der A-Komponente, die eigene Fahrt von der Fahrtmeß-  
anlage, den Seitenwinkel von den Zielgeräten und die Entfernung  
von den Entfernungsmessgeräten erhalten und leitet diese Werte den  
auch den erwähnten Richtlinien neu entwickelten Sinus-Cosinus- und  
Reibungsgetrieben zu, so daß wieder die Wegkomponenten des eigenen  
Schiffes sowie des Gegners entstehen, welche auch mittels eines Zu-  
satzgerätes, wie es auf dem Kreuzern "Prinz Eugen" und "Seydlitz"  
(vergleiche Abschnitt 8) eingebaut ist, zum Anschluß von Gefechts-  
bildschreibern benutzt werden können. Neuartig an dem Koppler ist,  
daß der Gegnerkurs auf einem besonderen Schreiber aufgeschrieben wird

... durch eine Parallellinienscheibe der mittlere Kurswinkel eingeleitet wird. Dieser wird einem Sinus-Cosinus-Getriebe zugeleitet, dessen Vektorlänge solange verstellbar ist, bis die Gegenfahrt gegeben ist. Als Kriterium hierfür dienen 2 Tangentenschreiber der Gegenmarken des Gegners. Der Vorteil des neuen Verfahrens liegt darin, daß der gemittelte Gegenkurs als einziger gefundener Wert für die Geschwindigkeitsermittlung und Mittlung zugrunde gelegt werden kann. Es genügt die Beobachtung des Tangentenschreibers, welcher gerade am aktivsten ist. Bei dem ersten Koppler konnten an den beiden Tangentenschreibern zweierlei Mittlungen vorgenommen werden, welche vorher nicht zusammenpaßten und ein falsches Resultat zur Folge hatten. Bei dem neuen Verfahren fällt noch der Vorteil mit ein, daß das Sinus-Cosinus-Getriebe wie üblich von Vektor aus betrieben werden kann. Durch eine Getriebeumschaltung kann dieser neue Koppler als Schnellkoppler mit dem Maßstab 1 : 25 000 und als Koppler für den Mittelkurs mit 1 : 100 000 arbeiten. Der Koppler liefert die Gegenfahrt und Gegenlage an den Torpedo-Schußwinkel-Rechner Typ 45 zur weiteren Verarbeitung zum Schußwinkel. Bevor dieses Gerät näher betrachtet wird, muß auch der Torpedo-Rechner Typ 45 auf den Seitenstrom "16" der Vorwurf gemacht werden, daß vor der Regelung die Entfernung nicht geglättet worden ist.

#### Der Schußwinkel-Rechner

Der Schußwinkel-Rechner Typ 45 ist ebenfalls eine vollkommene Baukonstruktion. Als wesentliches Merkmal sehen wir zum ersten Mal die Kurzhakenverwendung. Das Gerät ist so aufgebaut, daß jederzeit die Umschaltung von dem einen Rechenverfahren auf das andere möglich ist. Der Gedankengang war, daß zunächst der Schuß vorbereitet sein sollte nach geschätzten Daten. Hierdurch sollte erreicht werden, daß die ganze Anlage schon ungefähr so stand, wie es für den Angriff zu erwarten war. Sobald man brauchbare Auswanderungswerte und Entfernungen gemessen wurden, sollte auf das Auswanderungsverfahren umgeschaltet werden. Wenn möglich, erhoffte man in kurzer Zeit auch gute Unterlagen vom Koppler her, so daß zum Schluß auf diesen als beste Lösung übergegangen werden sollte.

Für die Bildung des Schußwinkels nach Schätzung wird im 2. Schuß zunächst der eigene Kurs von der A-Komponente mit direkt gesteuertem Motor automatisch aufgenommen. Hierdurch ist die Voraussetzung für einen automatischen Lagerwinkel gegeben, auch kann am Gerät

Winkel der Gegnerkurs wie auch der Lagenwinkel eingestellt werden, je nachdem welcher Wert vorliegt. Es ist für das Verständnis der Anlage von Wichtigkeit zu beachten, daß zunächst der Schalter innerhalb des Gerätes auf "Auswanderung" steht und der Schalter an Gerät selbst auf "Kopplung". Der Lagenwinkel wird bei dieser Schaltung von eigenen Geber dem Gerätes der eigenen Anzeige zugeführt. Dieser Weg wurde gewählt, um schwierige und komplizierte mechanische Umschaltgetriebe zu vermeiden. Die Skalen des Gerätes werden bei der Umschaltung von Kopplung auf Auswanderung automatisch abgedeckt bzw. freigegeben, daß die Bedienung ohne Irrtum möglich ist. Man kann sogar sagen, daß das Gerät einfacher zu bedienen als zu beschreiben ist. Die Gegnerfahrt wird nach Abschaltung der Automatik für eigene Fahrt von Hand eingestellt. Gegnerfahrt und Lagenwinkel bilden in einem Sinusgetriebe den Wert  $v_1 \sin \gamma$ , welcher dem Wert  $v_1 \sin \beta$  gleichgesetzt wird. Diese Arbeit ist direkt gesteuert Motor solange ein Vorhaltewinkel, bis in einem zweiten Sinus-Getriebe der verlangte Wert erreicht ist. Wir finden hier auch ersichtlich die Einstellmöglichkeit wichtiger Torpedogeschwindigkeiten, denn auch bezüglich des Torpedos selbst hätte eine stürzische Entwicklung eingesetzt, deren besonderes Ziel der Erhöhung der Torpedogeschwindigkeit gilt. Es ist noch zu erwähnen, daß das Gerät laufend den Seitenwinkel aufnimmt, welcher sowohl für den automatischen Lagenwinkel, sowie für die Parallaxe und besonders zur Bildung des Schußwinkels benötigt wird. Nicht interessant ist auch die laufende Berücksichtigung der Parallaxe unter Verwendung der Kurvenkörper sowie die Errechnung der Reichweite ebenfalls mit Kurvenkörper. Das Gerät erhält für diese Werte laufend die Maßangaben, welche automatisch den einzelnen Getrieben zufließt. Die Automatik ist, wie schon angedeutet, soweit ausgebaut, daß die Bedienung des T-Schne-Ne verhältnismäßig einfach ist. Es möge noch erwähnt werden, daß von der Firma Siemens die Kurvenkörper vorerst nur für antenangeordnete Werte wie Korrekturen und Reichweite verwendet wurden, während die Firma Zeiss zur gleichen Zeit einen Schußwinkel-Rechner entwickelte, welcher den Vorhaltewinkel selbst mit Kurvenkörpern errechnete.

Bei Umschaltung des Gerätes auf das Auswanderungsverfahren wird statt des Lagenwinkels der Seitenwinkel und statt der Gegnerfahrt die eigene Fahrt auf das erste Sinusgetriebe geleitet. Gleichzeitig tritt die schon vorbereitete Multiplikation in Tätigkeit und

Das Produkt aus Entfernung und Auswanderung zur Überlage-  
rung der Fahrtkomponente des eigenen Schiffes. Der so gebildete  
Rechnerische Seitenunterschied (SUg), welcher gleich  $v_g \cdot \sin \gamma$   
ist, wird wie zuvor zum Vorhaltewinkel im 2. Sinus-Getriebe ver-  
wendet. Als Berücksichtigung und Ermittlung der Parallaxe ist wie  
bereits die Reichweite kann allerdings beim Auswanderungsverfahren  
nicht ermittelt werden. Besonderes Interesse vor-  
zuziehen sind angewandte Multiplikationsgetriebe, welches mittels Kur-  
venkörper die arithmetische Beziehung

$$(a + b)^2 - (a - b)^2 = 4 ab$$

erfüllt und für die vorliegende Aufgabe hinsichtlich der Berei-  
tung geeignet ist.

Die Verbindung zur Koppellung, so nach dem Auswanderungsverfah-  
ren durch den Schalter in ein auch anseherhalb des Gerätes umge-  
schaltet werden muß, tritt wieder das zuerst geschilderte Rechenver-  
fahren ein mit der Aufgabe, daß nun Gegnerfahrt und Lage automa-  
tisch zur Koppellung übernommen werden.

Der nach Satz 7 verschiedenen Verfahren ermittelte Schußwinkel wird  
den Bedientischen, dem Zentralabfeuergerät und den Anzeigen an den  
Bedientischen angeleitet. Die Reichweite wird nur telefonisch über-  
mittelt.

#### Die Streuwinkel-Rechner

Das erwähnte und bezüglich seiner Lösung recht interessante Ge-  
rät ist der Streuwinkel-Rechner, den man allerdings später wegen  
der Aufstellung fortgelassen hat. In der Abhandlung "Theorie der Tor-  
pedo-Feuerschaltungen der Überwasserschiffe" ist das angewandte  
Rechenverfahren näher erläutert. Um nur mit geringer Genauigkeit  
arbeiten zu müssen, wurde ein Differentialverfahren angewendet, wel-  
ches auf den U-Booten noch vollkommener durchgearbeitet ist. Bei  
Verwendung zweier Kurvenkörper läßt sich nämlich das auf den Zer-  
störern noch vorgesehene Dreieckgetriebe ganz vermeiden. Bei der  
Entwicklung des Gerätes ging man davon aus, daß das Gerät mit den-  
selben Eingangswerten auskommen müsse wie das klassische Zieldrei-  
eck, also mit Gegnerfahrt und Lage. Diese werden dann auch dem  
Streuwinkel-Rechner von der Koppellanlage zugeführt bzw. müssen sie  
geschätzt werden, wenn noch keine brauchbaren Werte von der Koppell-  
anlage vorliegen. Die ebenfalls erforderliche Entfernung wird von

den Entfernungsmessgeräten übertragen. Man hätte den Streuwinkel leicht im Schußwinkel-Rechner ermitteln können, wo schon alle Werte hierfür automatisch vorhanden sind, wie man es bei den U-Booten gemacht hat. Der Grund für einen besonderen Streuwinkel-Rechner auf den Zerstörern ist darin zu suchen, daß die Ermittlung des Streuwinkels zeitlich später liegt als die Konstruktion der Schußwinkel-Rechner.

#### 16. Zentral-Abfeuergerät

Einen recht hohen Aufwand stellt der Geberkasten für die Überlagerung des Schußwinkels mit dem Streuwinkel dar. Er ist nur in Verbindung mit dem Zentral-Abfeuergerät zu verstehen. Der Grundgedanke dieser sehr interessanten Lösung ist ein automatisch richtiges Abschliessen der Torpedos ohne jedes Richten an den Rohren. Um diese Vorgänge besser verstehen zu können, werde zunächst der Einzelschuß also ohne Streuwinkel betrachtet. Der Schußwinkel z.B.  $60^\circ$  wird sowohl an die Rohrkatze wie auch an das Zentral-Abfeuergerät übertragen. Der Bedienungsmann an den Rohren bringt daraufhin den Rohrsatz in eine Lauerstellung; welche etwa  $5^\circ$  achterlich liegt, also bei unserem Beispiel etwa auf  $65^\circ$ . Im Zentral-Abfeuergerät ist sowohl der theoretische Sollwert von  $60^\circ$  wie auch die Rohrsatzstellung von  $65^\circ$  vollautomatisch aufgenommen worden und über ein Differential die Differenz von  $5^\circ$  gebildet worden, um die ein Schaltwerk ausgelenkt ist, welches exakt bei  $0^\circ$  den Abfeuerstromkreis schließt.

Soll nun geschossen werden, so wird die Abfeuerung freigegeben, d.h. mit Strom versehen und am Rohrsatz erscheint oder ertönt ein Signal, woraufhin der Rohrsatz nach vorn durchgeschwenkt wird; also von  $65^\circ$  über  $60^\circ$  nach  $55^\circ$ . Vom Rohrsatzgeber wird hierbei vollautomatisch die Nachsteuerung im Zentral-Abfeuergerät mitgenommen, so daß der Differenzwinkel von beispielsweise  $5^\circ$  nach Null Grad zu abnimmt. Sobald die Rohre sich in Schußrichtung befinden, ist die Differenz zwischen Soll- und Istwert Null und der Schuß wird automatisch vom Zentral-Abfeuergerät ausgelöst. Es wird also die Mühe des Richtens der Rohre und der damit verbundenen Ungenauigkeit vermieden. Sollte ein Fächer geschossen werden, so würde die Richtung für den ersten Schuß durch die Überlagerung mit einem Vielfachen des Streuwinkels je nach Anzahl der Schüsse in dem Differentialgebern im Streuwinkelkasten ermittelt und sowohl den

Reihen wie dem Zentral-Abfeuergerät in der Zentrale zugeleitet. Außerdem wurde der Streuwinkelwert vom Streuwinkelgeber an das Zentral-Abfeuergerät übertragen, wo automatisch die vorgesehenen Abfeuerkontakte für die einzelnen Rohre um diesen Betrag gegeneinander verspreizt wurden. Stellt man sich einen Dreierfächer bei dem errechneten Schußwinkel von  $60^\circ$  vor, so erhalten also die Rohre und das Zentral-Abfeuergerät automatisch bei einem Streuwinkel von  $5^\circ$  den Winkel  $65^\circ$ . Demzufolge verharret der Rohrats in einer Stellung bei  $70^\circ$  und der erste Kontakt im Zentral-Abfeuergerät hat wieder eine Differenz von  $5^\circ$ . Bei Schußanweisung wird der Rohrats wieder nach vorn durchgeschwenkt, so daß bei  $65^\circ$  der erste Schuß fällt, da die Differenz zwischen Soll und Ist Null geworden ist. Die weiteren Schüsse fallen in Abständen von  $5^\circ$  also bei  $60^\circ$  und  $55^\circ$  gemäß der Spreizung der Kontakte im Zentral-Abfeuergerät. Damit der Fächer symmetrisch zur Schußrichtung bleibt, wird der errechnete Schußwinkel im Augenblick des Abschusses abgeschaltet und der Stabilisierung durch den Kurs überlassen.

Alle diese Vorgänge sind in sehr geschickter Weise im Zentral-Abfeuergerät vorgesehen, wobei die erforderliche Genauigkeit der Abfeuerkontakte durch Grob- und Feinschaltnocken sicher gestellt wurde.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß auf den Zerstückern des Anschlusses eines Schußwerteschreibers vorgesehen war, welcher zur Überprüfung und Auswertung der Anlage diente.

#### 27. Entwicklungsstand 1977

Zusammenfassend sei noch einmal gesagt, daß die Torpedo-Feuereit-anlage folgende Richtlinien und Entwicklungsstufen zeigt:

1. Verlagerung der Rechengetriebe unter Deck. Über Deck werden nur die zum Beobachten und Messen des Seglers erforderlichen Organe belassen.
2. Der Richtvorgang an den Torpedo-Ausposten wird durch ein automatisches Abfeuergerät in der Zentrale ersetzt, welches gleichfalls die Aufgaben des früheren Richtgerätes übernimmt.
3. Starkes Vertrauen auf die elektrische Arbeit, indem nun die Schußrichtung vom Zentral-Abfeuergerät in der Zentrale bestimmt wird, wo sich auch der Zentral-Abfeuerschaltapparat befindet.

4. Erweiterung des Schußbereiches durch den Winkelschuß
5. Neue verbesserte und platzsparende Konstruktionen.  
Vorwiegende Verwendung von Leichtmetall und Kugellager.  
Erstmalige Anwendung von Kurvenkörpern.
6. Berechnung des Strahlwinkels.
7. Verbessertes Koppelverfahren mit Schnellkopplung.
8. Augenblicklicher Übergang vom Schußwinkel nach Schätzung auf das Auswanderungs- und Koppelverfahren.
9. Verzicht auf die bisherigen Befehls- und Schußwinkelquittungsanlagen.

#### 10. Schaltung

Die wesentlichen Schaltungen der Anlage beschränken sich auf einige Handgriffe:

Seitenwinkel von	TSA-Geber Steuerbord TSA-Geber Backbord Funkmeßgerät (Meßgerät II)
Schußwinkel	ohne Rechenstelle mit Rechenstelle
Entfernung	über B-Wandler vom Funkmeßgerät von der Artillerie
Lagenwinkel und Fahrt Auswanderungsverfahren nach dem	Koppelverfahren
Abfeuerung	mittels Wählschalter in der Zentrale.

#### 11. Kreuzer "Prinz Eugen" und "Seydlitz" mit Fernsteuerung und ferngesteuerten Rehrätzen.

Die Torpedo-F Feuerleitanlage auf den Kreuzern "Prinz Eugen" und "Seydlitz" zeigt wieder einige wesentliche Neuerungen. Die Entwicklung fällt etwa in das Jahr 1938. Eine Übersicht über die Anlage gibt die beigelegte Zeichnung S4-Bb 19.

#### 12. Stabilisierter TSA-Geber

Da ist zunächst der ZZA 2 zu erwähnen, welcher sehr schnell der Erstkonstruktion des Torpedo-Ziel- und Auswanderungs-Gebers gefolgt ist. Der entscheidende Grund für diese Zweitkonstruktion war die Stabilisierung der Optik auch der Höhe nach. Es mag zu-

nicht verwundern, warum die Torpedowaffe eine Stabilisierung der Optik einführt, wo doch der Torpedo ohne Aufsatz geschossen wird. Und doch ist die Stabilisierung der Optik um den Kippwinkel außerordentlich wertvoll und es spricht bei diesem Entschluß schon wesentlich die verliegende Erfahrung aus der Praxis mit. Es hatte sich gezeigt, daß gerade der Bedienung der Optik besondere Sorgfalt angewendet werden muß. Im Kriegsfall muß die Optik vom Aussehen des Schiffes ab unabhängig bei jedem Wetter bedient werden, Tag und Nacht und bei jedem Seegang muß das Gerät besetzt sein. Es leuchtet ein, daß es da eine große Erleichterung ist, wenn der Zielturm nicht dauernd die Schiffsschwankungen von Hand ausgleichen muß. Aber es handelt sich nicht nur um eine Bedienungs-erleichterung, sondern um eine zwingende Notwendigkeit. Wenn nachts der Gegner gesucht wird - und es ist gerade die Eigenart der Torpedos, den Nachtangriff zu bevorzugen - so muß mit der Optik der Horizont abgesucht werden. Bei einer stabilisierten Optik ist das ein Leichtes, da bei einem Rundblick mit Sicherheit der Horizont abgesucht werden ist. Ist die Optik jedoch nicht stabilisiert und der Horizont bei Dunkelheit nur schwer mit dem Auge zu erkennen, so besteht wenig Aussicht, einen Gegner aufzufinden, da statt des Horizonts der Himmel oder das Wasser in Schiffnähe betrachtet wird.

Bei der Stabilisierung der Optik bestehen grundsätzlich die zwei Möglichkeiten entweder die zugehörige Kreiselanordnung im Zielgerät unterzubringen oder die Optik von einer in der Zentrale aufgestellten Kreiselanordnung fern zu steuern. Es wurde die Fernsteuerung angewendet, um das Zielgerät klein zu halten, um die Kreisel an geschützter Stelle im Schiff aufstellen zu können und weil die Kreiselanordnung gleichzeitig anderen Zwecken dienen konnte. Der TZA 2 erhält also lediglich den Kippwinkel vom ToWa und eine Stromsteuerung übernimmt die Stabilisierung. Hierbei ist ein Korrekturhandrad für Kippwinkel an TZA vorgesehen, um bei nahen Zielen und U-Booten die Aufstellungshöhe des Gerätes berücksichtigen zu können. Dieses Kippwinkelhandrädchen ist mit einer Anzeige versehen, wo auch als Gegenzeiger der ferngesteuerte Kippwinkel erkennbar ist. Wird durch die Optik der Horizont im Fadenkreuz beobachtet, so müssen die Zeiger dieser Anzeige in Deckung stehen; sie dienen also als Horizontprüfer und geben Aufschluß darüber, ob die Kreiselanordnung in der Zentrale richtig arbeitet. Sollte das nicht

der Fall sein, so weiß der Torpedo-Offizier, daß auch die Krümmungskorrektur, von der noch die Rede sein wird, nicht in Ordnung sein kann und wird solange auf diese Zielrichtung versichtet, bis der Kurswertprüfer wieder messbare Werte ansieht.

Wegen der Stabilisierung für die Höhe ist auch eine verbesserte Zielstabilisierung der Seite vorgesehen. Es handelt sich hier um die Krümmungskorrektur der Seite, welche nur im Zusammenhang mit den Krümmungen der Schiffsbewegungen, wie sie in der Abhandlung "Eigenschaften der Torpedo-Feuereitplantagen der Überwasserschiffe" beschrieben ist, verstanden werden. Tatsache ist, daß bei einem im Vorwärts befindlichen Schiff ständig vor- und rückwärts gehende Auslenkbewegungen am Seitenwinkel vorgenommen werden müssen, wenn das Ziel im Fadenkreuz gehalten werden soll. Diese Werte betragen sich in vielen Fällen und sind bei der Bedienung sehr störend, besonders wenn es sich um die Ermittlung der Auswanderung handelt.

Der TIA 2 enthält daher über das Krümmungsgesetz (Towa) in der Zentrale den am Seitenwinkel-Krümmungsgesetz verbesserten Kurswertprüfer (KWP). Der Richtverzug am TIA 2 ist somit von allen Schiffsbewegungen befreit und kann so ruhig wie bei einem mit Land angedockten Gerät durchgeführt werden.

Die anderen Einrichtungen im TIA-Gebiet sind die gleichen wie früher geblieben; es ist lediglich für den Seitenwinkel und Seitenwinkel für ein Scherpaar vorgesehen worden. Der TIA 2, welcher bei der Kreuzfahrt "Friedrich Eger" und "Hoylitz" auf der Strecke Stuttgart und München und auf der anderen Seite teilweise aufgestellt ist, enthält den Höhenwinkel und den um die Krümmungsgesetze verbesserten Kurswinkel von Towa. Das Gerät liefert die Auswanderung an den Schusswinkelrechner, den Seitenwinkel an das Krümmungsgesetz (Towa) und zur Zielübernahme an die anderen TIA-Gebiete und die Entfernungsmesser. Gleichfalls enthält das Gerät vor diesen Stellen den Seitenwinkel zwecks Zielübernahme. Der Schusswinkel wird entweder direkt an die Torpedo-Lehrplatte oder an die Rechentafel übertragen. Die Verarbeitung des Schusswinkels in der Zentrale in Verbindung mit Streuwinkel-Rechner und Zentral-Abfeuergesetz wird noch besonders behandelt. Die Schusswinkel-Angebeger in den TIA-Gebieten dienen zur Überprüfung der Anlage und können beim direkten Schuss ohne Zentrale die Wochensstellung erhalten, beim Arbeiten mit der Zentrale erhalten sie den dort errechneten Schusswinkel, so daß das

Torpedo-Offizier auf der Zielstelle sich ein Urteil durch Vergleich mit dem nach seiner Schätzung im TZA ermittelten Schußwinkel bilden kann. Dieser Gesichtspunkt ist immer sehr betont worden, denn es besteht eine Abneigung gegen einen Torpedoschuß, den man nicht durch eine überschlägliche Rechnung überprüft hat. Es spielt hier wohl der hohe Aufwand eines Torpedoschusses und die große Gefahr, welche mit einem falschen Torpedoschuß in die eigenen Reihen verbunden ist, eine Rolle. In diesem Zusammenhang muß auch betont werden, daß ein erheblicher Unterschied gegenüber der Artillerie besteht. Bei der Artillerie ist das zuverlässigste Meßgerät das Geschütz selbst, indem man sich nach den ersten tastenden Schüssen einschießen kann. Bei der Torpedowaffe ist jedoch jede Folgerung aus einem Schuss für den nächsten Schuss unmöglich, es muß daher jeder Schuss mit großer Sorgfalt vorbereitet und die Ungenauigkeiten der Unterlagen durch einen Fächerschuss ausgeglichen werden. Die Artillerie und der Torpedo sind zwei so grundverschiedene Waffen, daß sie wohl kaum durch eine gemeinsame Feuerleitanlage befriedigt werden können, wie schon so oft versucht worden ist. Gerade bei der Feueranlage auf "Prinz Eugen" und "Seydlitz" finden sich viele gegenseitige Beeinflussungen der Entwicklung, wie z. B. die Richttafelsteuerung und der große Torpedo-Schußwinkel-Rechner 71 torp 52. Es würde aber zu weit führen, auf diese Beziehungen hier näher eingehen zu wollen. Immerhin hat der Grundgedanke eines gemeinsamen Zielgerätes und gemeinsamer Ortung viel für sich. Eine derartige Entwicklung kann jedoch nie von der Artillerie aus oder von der Torpedowaffe aus eingeleitet werden, sondern muß von einer übergeordneten Stelle geleitet werden.

Neben den TZA-Gebern ist ein Anzeige-Empfänger (71 empf 16a) angeordnet, welcher die Entfernung, die Reichweite, den Vorhalte- winkel als Differenz zwischen Schußwinkel und Seitenwinkel sowie die Schußrichtung mit Übersicht über den Fächerschuss und der damit verbundenen Streubreite anzeigt. Auf die Befehlsgeber und Schußwinkelquittungsgeber sowie auf die BU-Kästen und Wahlschalter ist vollkommen an den Zielstellen versichtet worden. Die Abfeueranlage ist in die Centrale verlegt worden, wo sich der Zentral-Wahlschalter und das Zentral-Abfeuergerät befinden. Nur die Auslösung der Abfeuerung ist noch bei den Zielgeräten geblieben, wo entsprechende Abfeuerkontakte vorgesehen sind. Zur Übersicht über die Gefechtslage und zur Orientierung der Schiffsführung sind über Deck einige

...zeichner (TGBZ) geplant, welche vom Koppler in der ... ferngesteuert werden. Man hat hier gegenüber früheren An- ... die Grob-Fein-Übertragung vorgesehen, so daß ein besonderer ... entfällt.

... Stand ist die Aufstellung eines TZA (Auswande- ... ) geplant. Das Gerät soll ausser der Auswanderung auch ... in Horizontsystem liefern. Zur Horizontierung ist wieder ... an die DC-Komponente mit den Werten Schlingern und ...

... heute als Folge verlegt, warum ist die Entwicklung ... gegeben, so daß als Zielgerät nur der TZA ge- ... lassen sich 2 Gründe anführen. Einmal ist das Aus- ... wegen der ungenauen Ergebnisse verlassen wor- ... hat der TZA-Geber den unbestreitbaren Vorteil, ... bei Ausfall aller Automatik immer noch als Zielskule ... während der TZA bei Ausfall der Kreiselspan- ... der elektrischen Übertragungen wertlos wird. Man kann hier- ... für weitere Entwicklungen ableiten, daß für die ... immer der primitive Handbetrieb als letzte ... Wie können eine ähnliche Entwicklung ... beobachten, welche vorübergehend auf ... umgestellt wurden, um dann doch wieder ... ausgerüstet ...

... "Prima Naga" und "Rayditz" wurde die elektrische Fern- ... an den Führern von dem Gedanken ausgehend eingeführt, ... ein stabilisierter Rohrreits einen guten Torpedoschuß er- ... Es hatte sich nämlich bei den bisherigen Fächerschüssen ... eine Unsymmetrie bemerkbar gemacht, welche man sich anfangs nicht ... konnte. Man untersuchte den Einfluß der Krümmung und errech- ... nete, daß bei Schlingerwinkeln von  $30^\circ$  und Stampfwinkeln von  $10^\circ$  bis ...  $7^\circ$  Krümmungsfehler auftreten können; bei  $15^\circ$  Schlingerwinkel und ...  $5^\circ$  Stampfwinkel ergaben sich immer noch etwa  $2^\circ$  Krümmungsfehler. ... Diese Werte sind so groß - man hoffte mit einer Genauigkeit von et- ... wa  $0,1^\circ$  zu schießen - daß sie unbedingt berücksichtigt werden müs- ... ten. Es wurde ein Krümmungsgerät, der Towa (Torpedo-Wandler), ent- ... wickelt, welcher den in Schiffssystem gemessenen Seitenwinkel ... der TZA-Geber in einen Seitenwinkel im Horizont-

system umwandelte und andererseits den Schußwinkel im Horizontsystem in einem Schußwinkel im Schiffsystem umwandelte, da ja die Torpedo-Anstoßrohre im Schiffsystem gelagert sind. Zum Unterschied erhielten die Horizontwerte einen Strich ( $\omega'$  = Seitenwinkel im Horizontsystem), während die ungestrichelten Werte im Schiffsystem galten ( $\omega$  = Seitenwinkel im Schiffsystem).

#### 42. Stabilisierte Rohrätze

Es hätte an sich für sich genügt, die GA-Einstellung zu stabilisieren, doch fand man hierfür erst später eine brauchbare Lösung. Auch waren die Geradlaufapparate wie schon erwähnt noch nicht für eine ständige Verstellung freigegeben. Da man vor der Schwierigkeit stand, daß die Drehung der Rohrätze im Schiffsystem erfolgt, während die GA-Verstellung sich im Horizontsystem auswirkt, verzichtete man zunächst ganz auf den Winkelschutz. Infolge der Krüggungskorrektur müssen die schweren Rohrätze scheinbar immer hin und her geschwenkt werden. In Wirklichkeit liegen jedoch die Verhältnisse so, daß sich nur das Schiff infolge der Krüggung ständig unter den Rohren hin und her bewegt. Ein Flugzeug würde den Eindruck haben, daß ein stabilisierter Rohratz ruhig steht, während das Schiff Drehbewegungen ausführt. Es ist also beim Stabilisieren der Rohrätze nur die Reibung der Lagerung und nicht die Beschleunigung der Massen zu überwinden. Es reichte demnach auch ein verhältnismäßig kleiner Steuermotor für die elektrische Fernsteuerung der Rohrätze aus.

Für die Rohratz-Fernsteuerung wurde eine TSC-Steuerung (Tachometer-Strömator-Generator-Steuerung) verwendet, welche von einem Drehmelder im Towa als Geberbrücke und von einem Drehmelder an dem Rohratzschwenkgetriebe als Empfängerbrücke gesteuert wurde. Ein besonderer Anzeige-Empfänger gestattet eine Handmaschinen-Steuerung mittels eines Potentiometers wie es der bisherigen Handmaschinen-Steuerung entsprach. Demzufolge waren die Schaltstellungen "Aus", "Automatik" und "Handmaschine" vorgesehen. Die elektrische Steuerung brachte es mit sich, daß die selbstsperrende Schnecke im Rohratzantrieb durch eine nichtsperrende Schnecke bzw. Stirnradgetriebe ersetzt werden mußte, da der Steuermotor auch stark verzögernd wirken konnte, was bei einer selbstsperrenden Schnecke zwangsläufig zu einer Sperrung des Getriebes bei starker Überbeanspruchung führte. Für den Stillstand des Rohratzes wurde eine elektro-

magnetische Bremsen eingebaut. Der Fortfall der selbstperrenenden Schnecke machte für den rein mechanischen Handantrieb die Entwicklung besonderer Selbsthemmer recht interessanter Konstruktion erforderlich. Für die Endlagen des Rohrsatzes mußten besondere Schalter eingebaut werden. Die jeweilige Stellung des Rohrsatzes kann durch ein Bremseläckerpaar an die TZA und das Zentral-Abfeuergerät übertragen werden. Es ist hier ein recht kompliziertes Verfahren zur Anwendung gekommen, von dem noch die Rede sein wird.

Wesentlich ist, dass die Apparaturen am Rohrsatz in einer sogenannten Kammkassette vereinigt sind, welche auch ein Dreieckgetriebe zur Einstellung des Vorhaltswinkels enthält und die Optik trägt. Es ist damit erstmalig der sehr exponierte Rohrzielapparat nicht zur Anwendung gekommen.

Bei der die Einzelheiten der Geräte in der Rechenstelle eingegangen sind, möge die Abfeueranlage erläutert werden. Der Schußwinkel kann mit Schalter 9 entweder von dem TZA-Gebern, von dem Schußwinkel-Rechner oder gesteuert von Sewa genommen werden. Er wird über einen Diff-Geber in Streuwinkel-Rechner geleitet, wo er gemäß dem von Wahlschalter gewählten Flächenschuß mit einem vielfachen des Streuwinkels ( $\Delta Q'$ ) versehen wird.

Die so gebildete Richtung für den ersten Schuß, welche bei Benutzung des Schußwinkel-Rechners ein reiner Horizontwert ( $Q' + \Delta Q'$ ) ist, wird dem Krümmungsgerät zur Umwandlung in den Schifffwert ( $Q + \Delta Q$ ) angeführt. Man wird dieser Wert über den Schalter 9, wo die Möglichkeit besteht, bei Ausfall des Krümmungsgerätes dieses zu übertragen, an die Fernsteuerung der Rohrsätze und den Schalter 15 übertragen. Die Rohrsätze nehmen also die Stellung  $Q + \Delta Q$  ein. Der Schalter 19 steht bei vollautomatischem Betrieb in der geschilderten Stellung, so daß dort der Schußwinkel ( $Q + \Delta Q$ ) zunächst nicht weitergeleitet wird.

Im Streuwinkel-Rechner befindet sich ausser dem bereits erwähnten Diff-Geber noch ein weiteres Geberpaar. Dieses wird von einem Differential angetrieben, welches einerseits den Streuwinkel erhält und zum anderen von einem Steuermotor betätigt wird. Dieser Steuermotor kann entweder auf Null stehen oder gemäß eines vom Streuwinkel verstellten Potentiometers mit einer dem Streuwinkel proportionalen Geschwindigkeit laufen. Es sei zugleich erwähnt, daß der soeben beschriebene Steuermotor auch auf den Diffgeber über ein

Differential einwirkt. Der mit Schusswinkelgeschwindigkeit ( $\dot{\psi}$ ) bezeichnete Geber steht zunächst auf dem Wert des Streuwinkels ( $\psi$ ) und wird an das Zentral-Abfeuergerät übertragen. Dieses Gerät erhält ausserdem von einem Nullgeber über Schalter 19 den Wert Null, so daß die Kontakte, welche um den Streuwinkel  $\psi$  gespreizt sind, zunächst um den Streuwinkel ausgelenkt sind.

Im Augenblick des Abschusses fällt sofort der erste Schuss. Man verlässt sich also auf die Rohrreitsfernsteuerung und benutzt nicht das Zentral-Abfeuergerät zur Auslösung des Schusses in der richtigen Richtung. Man tut dies, weil man sich sagte, warum soll die kontaktlose direkte Motorsteuerung in dem Zentral-Abfeuergerät besser als die veraltete RAG-Steuerung an drei Rohrätzen sein. Mit dem ersten Schuss wird gleichzeitig der  $\dot{\psi}$ -Motor im Streuwinkel-Mechanismus auf den um den Streuwinkel ausgelenkte Potentiometer geschaltet, so daß sowohl der  $\dot{\psi}$ -Geber wie auch der Diff-Geber geschaltet werden. Da an RAG-Geber über dem Gewinde die Rohre hängen, bewegen diese mit der von  $\dot{\psi}$ -Motor aufgegriffenen Geschwindigkeit nach. Gleichfalls wird über den  $\dot{\psi}$ -Geber die Kontaktwalze im Zentral-Abfeuergerät mit derselben Geschwindigkeit gedreht, so daß letzten Endes die Schüsse um den Streuwinkel versetzt fallen. Dieses gilt wohlgenannt im Horizontsystem! Würde man die Winkel am Rohrreits bei Beugung nachmessen, so würde infolge der Krümmungskorrektur etwas anderes herauskommen. Es ist also alles in bester Ordnung und die Schüsse fallen auch in etwa gleichen Zeitabständen wie gewünscht.

Beim Einzelanschuss werden Schalter 18 und 19 so umgeschaltet, daß im Zentral-Abfeuergerät die Steuerungen für Soll- und Istwert beide die gleiche Rohrrichtung erhalten, womit die Kontaktwalze auf Null stehen bleibt.

Wird am Rohrreits mit der Handmaschinen-Steuerung gearbeitet, so werden die Schalter 18 und 19 so geschaltet, daß der Wert  $Q + \Delta Q$  als Sollwert und der Wert  $Q_r$  als Istwert dem Zentralabfeuergerät zufließt. Der Rohrreits verbleibt in einer Wartestellung und schwenkt im Augenblick der Schussfreigabe durch, wodurch vom Zentral-Abfeuergerät die Schüsse richtig gelöst werden. Es ist in diesem Fall natürlich die Krümmungskorrektur nicht berücksichtigt worden.

Im System gesehen, ist die Abfeueranlage auf Kreuzer "Prinz Regent" und "Reydlitz" so kompliziert, daß sie bei späteren Anlagen verbessert werden würde. Sie hat nur noch geschichtliche Bedeutung.

Als Koppler ist der bereits in vorhergehenden Abschnitten erwähnte neue Koppler 71 bis 74 verwendet worden, wobei ein Zusatzgerät mit dem erforderlichen Gebern zum Anschluß der Gesichtsbildzeichner (75) vorgesehen ist. Hierbei ist auch ein weiteres Sinus-Cosinus-System zur Bildung der Wegkomponenten für ein Artillerieziel verwendet worden.

#### Neues Zusatzgerät

Zur Ausführung der Krüggungskorrektur für die Torpedo-Fuerleit-Systeme wurden sehr grundlegende Betrachtungen angestellt, welche die notwendige Hinweise für die Artillerie gaben. So mußte zunächst die Winkel definiert werden. Die einfache Definition als Winkel zwischen Schiffsachse und Nordrichtung genügt nicht mehr. Es kommt hinzu, daß die Schiffsachse senkrecht zum Horizont oder senkrecht zur Horizontebene projiziert wird. Man entschloß sich zunächst auf die Kompaßabhängigkeit zur Projektion senkrecht zum Horizont. Die A-Komponente muß also richtig aufgestellt werden! Zur Umstellung der Schiffswerte in Horizontwerte und umgekehrt wurden mechanische Betriebs verwendet, wie sie bereits von der Artillerie bekannt waren. Auch hier mußte auf richtige Projektion, zum Seitenwinkel senkrecht zum Deck und beim Schußwinkel senkrecht zum Horizont, geachtet werden. Es handelt sich da um die richtige Lage eines gewissen Kalibersystems. Ansonsten ist die Aufstellung des Systems beliebig, da keine Kreisel in ihm untergebracht sind; hingegen ist die Aufstellung der zugehörigen BC-Komponente, welche die Werte Schlingern und Stampfen ( $\chi$  und  $\sigma$ ) liefert, schiffsgelunden.

Der Zielwert und der Schußwertwandler sind im Aufbau völlig gleich, sie sind lediglich um  $90^\circ$  gegeneinander verjustiert. Der Zielwertwandler macht aus dem Seitenwinkel im Schiffssystem einen Seitenwinkel im Horizontsystem, welcher für die Kopplung und die Schußwinkelerrechnung benötigt wird. Als wesentliches Teilergebnis wird der Differenzwert zwischen diesen beiden verschiedenen systemigen Seitenwinkeln ( $\omega - \omega'$ ), die sogenannte Seitenwinkel-Krüggungskorrektur abgenommen und nach Überlagerung mit dem Kurzwinkel zur Stabilisie-

zung der TZA benutzt. Es ist hierbei noch eine geschwindigkeitsproportionale Korrektur über einen Drehtrafo zur Vermeidung eines geschwindigkeitsproportionalen Schleppfehlers vorgesehen. Als weiteres Resultat wird vom Zielwertwandler der Kippwinkel zur Stabilisierung der TZA-Geber-Optiken der Höhe nach entnommen.

Statt den Schußwinkel durch eine gute Mittlung der Gegnordaten zu berechnen und zum Schluß einen automatischen Glätter unter Verwendung von Rühradgetrieben zu verwenden, ist in Towa eine recht primitive Vorhaltewinkelglättung angeordnet, welche den Wertefluß überreißt und von der Geschicklichkeit eines Bedienungsmannes abhängig macht. Ein mit einer Schwungmasse versehenes Handrad wird dazu benutzt, um den Vorhaltewinkel in Deckung mit dem aus der Differenz von Seitenwinkel und Schußwinkel gebildeten Vorhaltewinkel zu halten. Dieser geglättete Vorhaltewinkel wird mit dem Seitenwinkel zum geglätteten Schußwinkel ( $Q'_g$ ) zusammengesetzt.

In Schußwert-Wandler wird der Schußwinkel im Horizontsystem in dem am Rohrreife beschäftigten Schußwinkel im Schiffssystem umgewandelt.

Die Rücksicht auf die Dynamik der Krümmungswerte sind in Towa durchweg Streifensteuerungen vorgesehen worden, während die anderen Rechengänge mit kontaktgesteuerten Motoren auskommen, da es sich dort meist nur um statische Werte handelt.

#### 64. Schußwinkel-Rechner

Der Schußwinkel-Rechner (71 Torp 52) ist das größte und vollkommenste Gerät seiner Art, das leider nur in sehr geringen Stückzahlen zur Ausführung gekommen ist, da man den hohen Aufwand scheute. Das wesentliche Merkmal des Gerätes ist die Darstellung der Werte in Bezug auf den Feilstrahl. Die Vorderfront des Gerätes wird von 3 Vektoren beherrscht, welche in Größe und Richtung dem eigenen Schiff ( $\omega, v_g$ ), dem Torpede ( $\beta$ ) und dem Gegner ( $\gamma, v_g$ ) entsprechen. Hierdurch kann die Bedienung sich stets ein Bild von den Vorgängen machen und schnell erkennen, wo etwas nicht stimmt, was nur bei Betrachtung der vielen Skalen auf dem Drehmeldern nicht möglich ist. Ein weiterer wesentlicher Grundgedanke ist die Mittlung. Diese wird bezüglich der Entfernung an einem besonderen Schreiber vorgenommen, welcher im unteren Teil des Gerätes eingebaut ist. Vollkommen neuartig ist die Mittlung

den Gegenvektor. Ein Fadenkreuz zeigt die gekoppelten Werte an und es kann von Hand die Zeigerspitze des Gegner-Vektors mit diesem Fadenkreuz in Deckung gebracht werden, wobei Gegnerkurs und Gegnerfahrt als berechnete Werte gewonnen werden. Mit diesem Verfahren ist nun die einzig richtige Stelle zur Mittlung für die Torpedolage erfaßt, denn es ist sowieso die Bedingung eines jeden Torpedoschusses, daß die Werte Gegnerkurs und Gegnerfahrt während des Torpedolaufes konstant sind.

Die verschiedenen Einzelheiten des Gerätes können in diesen Überlegungen nicht erläutert werden. Es kann nur in großen Zügen gesagt werden, welche Werte verarbeitet werden. Hierbei sei gleich auf den wesentlichen Nachteil des Gerätes hingewiesen, welcher durch die vorläufig durch Diff-Empfänger bereinigt wurde; es fehlt dem Gerät der eigene Kurs. Mit direkt-kontaktgesteuerten Motoren werden der eigene Fahrt ( $v_g$ ), der Seitenwinkel ( $\omega'$ ), die Auswanderung ( $\omega$ ), der Lagenwinkel ( $\gamma$ ), die Gegnerfahrt ( $v_g$ ) und mittels eines besonderen Schreibers die Entfernungen ( $e_1$  bis  $e_4$ ) ein-gezeichnet. Das Verhältnis der Lagenwinkelübertragung muß noch gegeben werden, das wenn der Lagenwinkel vom Koppler kommt, dieser bei der Übertragung sich dem Befehlsbild entsprechend automatisch ändernder Winkel ist, so daß der andere Zweig des Differential-Gebers über den Koppler an einem Nullgeber angeschlossen werden kann. Liefert der Koppler noch keinen Lagenwinkel, so muß dieser von Hand eingestellt werden, wobei ein Gang-Getriebe, welches die Auswanderung integriert für die Automatisierung sorgt. Führt über die Auswanderung aus, so muß der Gegnerkurs an den besonderen Nullgeber eingestellt werden, wo ein Diff-Geber durch Überlagerung mit dem Seitenwinkel den Wert  $\omega' + \varphi_g$  bildet und dem Diff-Empfänger in T Schu-Ke mündet, der andererseits den Kurswinkel  $\varphi_e$  erhält, so daß letzten Endes der automatische Lagenwinkel ( $\gamma' = \omega' \pm \varphi_g \pm \varphi_e$ ) gebildet wird. Diese Lösung wurde damals schon als Nachteil erkannt und man bedauerte, daß man nicht den eigenen Kurs in die Konstruktion des T Schu-Ke einbezogen hatte.

Für die Auswertung der Auswanderung zum Vorhaltewinkel wird wieder das Multiplikationsgetriebe nach dem Rechenverfahren  $(a+b)^2 - (a-b)^2 = 4ab$  verwendet. Die Parallaxe und die Reichweite werden mit Kurvenkörpern errechnet.

Das Gerät liefert den Schusswinkel im Horizontsystem ( $Q'$ ), wenn ihm der Seitenwinkel im Horizontsystem ( $\omega'$ ) zufließt, die gemittelte Entfernung ( $e_m$ ) und die Reichweite ( $e_{max} - e_m$ ). Der Seitenwinkelgeber ist nur aus Gründen der Drehmelderbelastung vorgesehen. Die Geber für Lagewinkel und Gegenfahrt wären nicht erforderlich, gäbe es, wenn man den Streuwinkel-Rechner in die Konstruktion einbauen hätte, wie es bei den U-Booten der Fall ist.

#### 65. Streuwinkel-Rechner

Sie können hiermit nun Streuwinkel-Rechner selbst. Es ist dieselbe Konstruktion wie zuvor, neuartig ist lediglich der Geberkasten. Statt des vielen Geber für die verschiedenen Fächermöglichkeiten ist eine Steuerung vorgesehen, welche auf verschiedene Kontakte hinübergehend der Fächerwahl umgeschaltet werden kann; es entsteht der mit je bestimmter Schwerkraft. Mit Standard vorhandene Geschwindigkeit-Steuerung ( $Q$ ) wird ebenfalls in Verbindung mit der Steuerung und dem Zentral-Abfertigungsgerät eingebaut.

#### 66. Kurvenkörper-Schreiber

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß auch auf den Kreuzern "Prinz Eugen" und "Seydlitz" ein Schusswert-Schreiber zur Auswertung der Anlage vorgesehen war. Dieses Gerät enthält für fast alle Werte Messige-Empfänger und wird laufend gefüllt. Die Auswertung ist recht mühselig. Man plante daher die Entwicklung von Schreibern, es für es jedoch nicht gekommen ist. Es wurden lediglich Ansätze zu einem Anlagenprüfer gemacht, bei dem mittels Kurvenzeichner ein Gefechtsbild ablaufen sollte, das auf die Anlage geschaltet werden sollte, wobei das Resultat der Anlage in Vergleich zu dem vorberechneten des Prüfergerätes gebracht werden sollte. Während der Schusswert-Schreiber mehr der Forschung dient, sollte mit dem Prüfergerät die schnelle Überprüfung einer Anlage bezüglich ihres ordnungsgemäßen Zustandes möglich gemacht werden.

#### 67. Ausführung

Bei der Konstruktion der Torpedo-Feuereitanlage auf den Kreuzern "Prinz Eugen" und "Seydlitz" ist wieder in erhöhtem Maße Leichtmetall verwendet worden, das meist durch eloxieren gegen Verwitterung geschützt wurde. Selbst die Kurvenkörper wurden aus Hydronalium

angebracht. Als Lagerung wurden durchweg Kugellager verwendet, wobei bei den TZA-Gebern zur Lagerung des ganzen Gerätes besondere Kugellager in Verbindung mit Nadelagern verwendet wurden. Als diese später nicht mehr geliefert bekam, bewährten sich einstellbare Kugellager. Die über Deck aufgestellten Geräte sind nachträglich mit elektrischer Heizung versehen, um die Betriebssicherheit der Getriebe aufrecht zu erhalten. Die Beleuchtung wurde durch Übergang auf kleine 6 Volt-Lampen und Anbringung von Leuchtstofflampen günstiger gestaltet.

Die wesentlichen Hauptbestandteile der komplizierten Schaltanlage sind die in dem beigefügten Wirkungsplan nummeriert und dienen zu folgenden Zwecken:

Der Schalter 1

wird entweder der Lagerwinkel vom Koppler oder der Kurswinkel von der A-Komponente auf den Schußwinkel-Rechner geschaltet. Der Schalter ist vorgesehen, um bei Ausfall des Kopplers oder falls dieser noch keine brauchbaren Werte liefert mittels des Komparators- und Nullgebers einen Lagerwinkel einstellbar zu können.

Der Schalter 2

schaltet die verschiedenen Auswanderungen auf den Schußwinkel-Rechner (vom TZA, von einem der vorderen TZA oder vom achteren TZA).

Der Schalter 3

wird bei Ausfall des Erhängungsgerätes betätigt so daß der Schußwinkel im Horizontsystem ( $Q' + \Delta Q'$ ) ohne Umwandlung in das Schiffssystem an die Rohre und das Zentral-Abfeuergerät geht.

Der Schalter 4

schaltet bei Ausfall der Zentrale den vom T Schuß-Re kommenden Seitenwinkel zur Anzeige in den Anzeige-Empfängern auf dem Seitenwinkel des TZA um.

Der Schalter 5

schaltet die verschiedenen Schußwinkel ( $Q'$  vom T Schuß-Re,  $Q$  vom TZA,  $Q_r$  vom Rohrsatz) auf die Schußwinkel-Quittung im TZA. Er wird bei Ausfall der Zentrale gebraucht.

- Der Schalter 6 schaltet entweder den Schußwinkel der Zentrale oder den eines TZA auf einen Anzeige-empfänger. Er wird bei Ausfall der Zentrale umgeschaltet.
- Der Schalter 7 stellt bei Ausfall der Zentrale die direkte Schußwinkelverbindung zwischen TZA und Rohrsatz her.
- Der Schalter 8 führt dem Rohrsatz entweder den Schußwinkel aus der Zentrale oder von einem der TZA zu. Er wird bei Ausfall der Rechenstelle gebraucht.
- Der Schalter 9 liefert die verschiedenen Schußwinkel ( $Q'$  von T Schu-Re,  $Q$  vom achteren TZA,  $Q$  vom vorderen TZA,  $Q'$  vom Towa) an den Diff-Geber im T Streu-Re. Er muß entsprechend dem Schießverfahren betätigt werden.
- Der Schalter 10 schaltet die Gegenfahrt ( $v_g$  von Koppler,  $v_g$  von T Schu-Re) auf dem T Streu-Re. Er wird betätigt, wenn der Koppler noch keine Werte liefert.
- Der Schalter 11 schaltet den Lagenwinkel ( $\gamma$  von Koppler,  $\gamma$  von T Schu-Re) auf dem T Streu-Re. Er wird gebraucht, falls der Koppler keine Werte liefert.
- Der Schalter 12 schaltet die Entfernung ( $e$  vom Funkmeßgerät,  $e$  von der Artillerie-Anlage,  $e$  von der Flak-Anlage,  $e$  von dem TEm-Stand) auf dem T Schu-Re. Es handelt sich hier um den Grobwert, für den nur ein Empfänger vorgesehen ist.
- Der Schalter 13 schaltet die Rohrsatzstellung ( $Q_r$ ) auf die Zentrale oder auf die Quittung im TZA. Schießen mit oder ohne Zentrale.
- Der Schalter 14 schaltet den Kippwinkel ( $\lambda$ ) vom Towa auf den vorderen oder achteren TZA. Es sei hier erwähnt, daß der Kippwinkel, immer nur auf den TZA geschaltet werden darf, dessen Seitenwinkel auf dem Towa geschaltet ist.

Der Schalter 17 schaltet die Seitenwinkel ( $\omega$  von vorderen TZA,  $\omega$  von achteren TZA,  $\omega$  vom Funkmeßgerät) auf den Tona.

Der Schalter 18 schaltet den Seitenwinkel des vorderen oder achteren TZA auf die Anlage.

Der Schalter 19 schaltet die Seitenwinkel ( $\omega$  von den TZA über Schalter 16,  $\omega'$  vom Tona,  $\omega$  vom Funkmeßgerät) auf den Tona.

Der Schalter 20 bestimmt die Art der Schußabgabe. Es wird beim vollautomatischen Nachschuß die Schwenkgeschwindigkeit ( $\dot{Q}$ ) auf den Wert  $Q$  und bei vollautomatischem Abschluß die Drehratsstellung ( $Q_0$ ) und bei Handmanövriersteuerung der Rohrleitung der errechnete Schußwinkel ( $Q' + \Delta Q'$  bzw.  $Q_0 + \Delta Q_0$  nach Drehratsstellung  $Q$ ) geschaltet.

Der Schalter 21 gibt bei der Fernsteuerung der Rohre den Wert  $Q_0$  von der Rohr- und Ball-Tafel und bei Handmanövriersteuerung die Rohrsatzrichtung ( $Q_0$ ) auf den Wert  $Q$ .

Der Schalter 22 schaltet die Rohrsatzrichtung oder den über den Ball-Tafel des Hauptkollimators kommenden Wert ( $\omega \pm \psi_0$ ) auf den Tona. Im Fall der Handsteuerung.

Der Schalter 23 schaltet die Seitenwinkel ( $\omega$  von achteren TZA,  $\omega$  von vorderen TZA,  $\omega'$  vom Tona,  $\omega$  von der Artillerie) auf den Entfernungsmesser.

Der Schalter 24 schaltet die Entfernung ( $e$  von Entfernungsmesser,  $e_m$  vom Tona,  $e$  von der Artillerie,  $e$  vom Funkmeßgerät) auf die Anzeige-Empfänger und den Streckenabnehmer.

Der Schalter 25 schaltet die Entfernung (wie Schalter 24) auf den Koppler.

Der Schalter 26 schaltet das Torpedo- oder Artillerieziel auf die Gefechtsbildzeichner.

Der Schalter 25

schaltet den Seitenwinkel ( $\omega'$  vom T2A,  $\omega$  vom  
schalteren T2A,  $\omega$  vom vorderen T2A,  $\omega'$  vom  
2 Scha-Ke,  $\omega$  vom Funkmeßgerät) auf den Koppler.

Der Schalter 26

schaltet den Seitenwinkel wie Schalter 4  
( $\omega$  vom T2A,  $\omega'$  vom 2 Scha-Ke) auf den Anzeige-  
Koppler.

Der Schalter 27

schaltet wie Schalter 6 den Seitenwinkel  
( $\omega$  vom T2A,  $\omega'$  vom 2 Scha-Ke) auf den Anzeige-  
Koppler.

Der Schalter 28

schaltet die Fernsteuerung für Seite auf die  
Seite 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Der Schalter 29

schaltet die Fernsteuerung für Seite auf die  
Seite 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Der Schalter 30

schaltet die Fernsteuerung für Seite auf die  
Seite 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Der Schalter 31

schaltet die Fernsteuerung für Seite auf die  
Seite 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Der Schalter 32 ist noch vorhanden, der die Fernsteuerung für Seite auf die Seite 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

H. Zerstörer "36a" mit SA-Steuerung und Seitenhalter

Etwas 1939 wurde endlich die SA-Verstellung für eine Fernsteuerung freigegeben. Hierdurch waren erhebliche Vereinfachungen in der Torpedo-Feuerleitanlage möglich, wie es schon bei einer oberflächlichen Betrachtung des beigefügten Verbindungsschemas des Zerstörer "36a" auf Zeichnung 84-Bb 2D erschaubar ist. Die zunächst noch beibehaltene Mehrkreisfernsteuerung wurde durch die SA-Steuerung abgelöst und wurde noch bald durch die frühere elektro-hydraulische Handmaschinensteuerung ersetzt. Die wirklich ausgereifte Torpedo-Feuerleitanlage für die Ubersesserschiffe, wie sie im nächsten Abschnitt J beschrieben ist, kam leider nicht mehr zur Ausführung.

... des Seitenwinkels "36a" finden wir wieder den TZA, während der TZA  
... mit dem die Auswanderungsverfahren als unbrauchbar verlassen  
... werden sind. Eine Tabelle der TZA noch einen Auswanderungsgeber ent-  
... haltend mit dem Seitenwinkelsrechner 71 torp 45 mit dem Getriebe für  
... die Auswanderung verwendet wurde, so geschah dies nur, weil diese  
... bereits in dieser Form systemmäßig hergestellt wurden. Je-  
... doch ist die Auswanderung auf dem Seratörern "36a" auch nicht  
... angeschlossen worden, es kann sogar sein, daß aus  
... Umständen die angeführten Drehmelder und Getriebe nicht mit-  
... genommen wurden.

... auf dem Seratörern "36a" den Koppler in der  
... beschriebenen Form wieder. Auch das Krümmungsgerät (Towa)  
... der Seitenwinkel-Rechner sind dieselben Grundkonstruktionen ge-  
... worden. Neben dem Krümmungsgerät für die GA-Steuerung not-  
... wendig. Vollkommen neu ist jedoch die Steuermaße auf den

... der Krümmungsgeräten haben 3 Steuerungen, die  
... (TZA - Seitenwinkel-Rechner-Rechner), die GA-  
... (Krümmungsgeräten) und die Seitenwinkel-Steuerung (kon-  
... (Rechner). Diese Steuerung ist mit Anzeigen und  
... versehen, so daß das richtige Arbeiten beobachtet und  
... werden kann. Dominierend ist hierbei  
... der Seitenwinkel, welcher mit 2 Gegenseitigen ver-  
... zeigt die Stellung des Rohrstzes  
... die Summe von Rohrstzes- und GA-Ver-  
... - also die endgültige Schussrichtung - anzeigt. Es entsteht  
... der Krümmungsgeräten die Schwierigkeit, daß  
... in Schiffssystemen ( $Q_0$ ) mit einem Horizontwert ( $z$ ) addiert  
... diese Schwierigkeit ist wie folgt richtig gelöst worden, wo-  
... ausgegangen ist, daß die GA-Verstellung immer möglichst  
... ist, damit möglichst wenig Verbrauch von dem Winkelschuss ge-  
... dessen Halbwinkel zusätzliche Fehler (Winkelschussparal-  
... ) zur Folge hat.

Der Seitenwinkel der TZA wird zunächst in Zielwertwandler von  
Schiffssystem ( $\omega$ ) in das Horizontsystem ( $\omega'$ ) übertragen. Hier-  
bei ist interessant, daß für jeden TZA ein besonderer Zielwert-

wandler vorgesehen ist. Dies hat seinen Grund darin, daß jeder TZA ständig stabilisiert sein soll, damit nicht einem Gerät bei Vorhandensein nur eines Zielwertwandlers die Stabilisierung genommen wird, wenn auf den anderen TZA umgeschaltet wird. Man hat also den großen Wert der Stabilisierung bereits voll erkannt. Mit dem Seitenwinkel im Horizontsystem wird im Schußwinkel-Rechner der Schußwinkel im Horizontsystem ( $Q'$ ) gebildet. Dieser wird zur Glättung an den Tova geliefert, wo der geglättete Schußwinkel im Horizontsystem ( $Q_g$ ) entsteht. Die Glättungsrichtung ist nur an einem Zielwertwandler vorgesehen, da man nach Auffassung des Zieles nur noch mit einem Ziel rechnet.

Die Zielsäule hat rechter Hand einen großen Handumschalter mit den Stellungen "Aus", "Automatik", "Handmaschinensteuerung" und "Seitenwechsel".

In der Stellung "Aus" ist der Rohrreits-Steuermotor ausgeschaltet. Nur in dieser Stellung läßt sich das Schwenkgetriebe auf die Handmaschine umschalten. Andererseits läßt sich die Rohrreitsfernsteuerung nur einschalten, wenn die mechanische Verbindung zwischen Rohrreits und Steuermotor hergestellt ist. Die GA-Steuerung bleibt jedoch vollautomatisch in Betrieb und übernimmt soweit es die Endlagenschalter anbelangt - es ist ein Winkelschub von  $\pm 40^\circ$  vorgesehen den ganzen Schußwinkel. Dieser Vorgang geht in einzelnen wie folgt vor: Der Rohrreits möge z.B. auf  $90^\circ$  stehen (es ist hier an den Fall gedacht, daß er z.B. durch Havarie nicht bewegt werden kann), dann erhalten die Drehmelder für Schußwinkel den Schußwinkel, welcher beispielsweise  $70^\circ$  betragen möge und wird von den Innenseigern angezeigt; die weißen Außenseiger stehen auf  $90^\circ$ . Mit dem Rohrreitschwenkgetriebe ist ein Diff-Geber mechanisch gekuppelt, dieser erhält bei der Schalterstellung "Aus" elektrisch den Schußwinkel, so daß in unserem Beispiel der Differenzwert von  $20^\circ$  herauskommt, welcher auf die GA-Drehmelder und GA-Steuerung gegeben wird. Die Geradlaufapparate (GA) stehen also abgesehen von der Spritzung infolge des Streuwinkels auf  $20^\circ$  und da dieser Wert auch dem roten Gegenzeigern an der Schußwinkelanzeige überlagert wird, stehen diese auf dem gewünschten Schußwinkel von  $70^\circ$ . Wir finden also in dieser Form eine vollständige GA-Steuerung ohne Rohrreits-Steuerung verwirklicht. Allerdings fehlt noch die gleichzeitige Krümmungskorrektur, was daran seinen Grund hatte, daß die GA-Verstellung immer noch schonend angewendet werden sollte, da man noch keinerlei Erfahrungen bei Dauerbetrieb hatte.

Bei der Schaltstellung "Automatik" erhalten die Schußwinkel-Drehmaler den Schußwinkel im Schiffssystem von einem Geberpaar im Schußwertwandler des Towa (von dem Einfluß der zwischengeschalteten Schalter bei Ausfall des Towa bzw. Schußwinkel-Rechners wird später die Rede sein). Der Schußwertwandler erhält hierzu über ein ausserhalb des Towa liegendes Relais den geglätteten Schußwinkel im Horizontsystem. Die zugehörige Steuerung, welche bei den Schaltstellungen "Aus" und "Seitenwechsel" unbehindert ist, ist bei den Schaltstellungen "Automatik" und "Handmaschinensteuerung" von einer Endlagenschaltung abhängig, welche bei Wirksamkeit nur die Einsteuerung in den normalen Schußbereich gestattet. Diese Einrichtung hat den Zweck daß die Rohrsätze immer im Schußbereich bleiben und darüber hinaus die GA-Verstellung wirksam wird. Hierzu ist ein Diff-Geber vorgesehen, welcher mechanisch den vom Schußwertwandler aufgenommenen Schußwinkel im Horizontsystem erhält und dem elektrisch der ganze Schußwinkel im Horizontsystem zufließt, so daß die Differenz der nicht vom Schußwertwandler für die Rohrsatz-Steuerung verarbeitete Rest des Horizontwertes vom Schußwinkel ist, welcher als ( $\epsilon$ ) der GA-Steuerung in den Steuerrollen übertragen wird. Diese erhält also richtigerweise ihren Anteil im Horizontsystem während die Rohrsatz-Steuerung ebenfalls richtigerweise - einen Wert im Schiffssystem erhalten hat.

Der Vorgang läßt sich am besten anhand eines Beispiels verfolgen: Zunächst sei der errechnete Schußwinkel  $180^\circ$ . Die Schußwinkel-Steuerung nimmt diesen Wert nur bis zu  $124^\circ$  auf, es verbleiben  $56^\circ$  für die GA-Verstellung. Die Rohrsätze pendeln gemäß der Krängungskorrektur um den Wert  $124^\circ$  herum, beispielsweise  $\pm 5^\circ$  also von  $129^\circ$  bis  $119^\circ$ . Wäre die Krängungskorrektur größer, so würde die achtere Endlagenschaltung in den Steuerrollen die Rohrsatzsteuerung zeitweise abschalten, womit jedoch nur in aussergewöhnlichen Fällen zu rechnen ist. Es sind also die Endlagen im Towa wohlweislich in genügendem Abstand von den Rohrsatz-Endlagen gelegt worden, um die Stabilisierung der Rohrsätze weitgehendst zu gewährleisten. Die GA-Steuerung versucht die verbleibenden  $56^\circ$  zu verarbeiten, erreicht jedoch bei  $40^\circ$  ihre Endlage. Schanzeichen zeigen an, daß der errechnete Schußwinkel nicht eingestellt und somit der Schuß nicht gelöst werden darf. Die Kennzeiger der Schußwinkel-Anzeige in den Steuerrollen stehen auf dem um  $124^\circ$  herumpendelnden Wert, es wird also leider

nicht der ganze Schusswinkel angezeigt, was jedoch bei der vorliegenden Anordnung nicht anders zu machen war. Die weißen Gegenzeiger sind in Deckung mit den Innenseigern und zeigen an, daß die Rohrsatz-Steuerung in Ordnung ist. Die roten Gegenzeiger pendeln um den Wert  $164^\circ$  herum.

Wird z.B. durch Schiffsdrehung der Schusswinkel auf  $150^\circ$  gebracht, so bleibt in Towa und an der Rohrsatz-Steuerung alles unverändert, jedoch die GA-Steuerung kommt aus ihrer Endlage heraus, denn der verbleibende Rest ist nur noch  $150^\circ - 124^\circ = 26^\circ$ . Das Schusszeigersystem schaltet und der Schuss ist möglich, es wird im erweiterten Schussbereich geschossen. Sobald der Schusswinkel kleiner als  $124^\circ$  wird, geht die Schusswinkel-Steuerung in ihre Endlage zurück und pendelt nach die Rohrsatz-Steuerung herum. Die GA-Verstellung ist Null geworden. In diesem Schussbereich wird der Schussverbot vermieden. (Die Schusswinkel-Steuerung ist für die Bildung eines Rückmars, wenn dies notwendig ist, wird.)

Bei einem errechneten Schusswinkel von  $94^\circ$  springt die Schusswinkel-Steuerung in ihre Endlage zurück, so daß die Rohrsatz-Steuerung wieder in ihre Endlage zurückgeht. Noch ist die GA-Verstellung Null. Bei wieder eintretendem Schusswinkel tritt jedoch die GA-Steuerung wieder in ihre Endlage zurück. Es ist zu erkennen ist, daß die roten Gegenzeiger sich von den Innenseigern lösen. Bei einem Schusswinkel von  $94^\circ$  springt die GA-Steuerung die Endlage, der erweiterte Schussbereich ist verbotener und das Schusszeichen warnt vor der Abfeuerung.

Alle diese Vorgänge spielen sich vollautomatisch ab, es ist niemand an den Steuerkonsolen oder in der Zentrale, der die Steuerung des errechneten Schusswinkels betrieft, es kann nur...

Dreht aber man der Schusswinkel in dem beispieldarstellenden Schussbereich, so daß schließlich Werte von  $0^\circ$ ,  $350^\circ$ ,  $340^\circ$  usw. erreicht werden, kann die Automatik den Seitenwechsel nicht verhindern, wenn der Endlagenschalter in Towa bei  $54^\circ$  die Schusswinkel-Steuerung einschaltet wurde. Man hätte auch den Seitenwechsel, der hier handelt automatisieren können, doch würde hieraus zu erwarten, da beim automatischen Schwenken der Rohrsatz über die Schusswinkel-Steuerung Unfälle oder Havarien eintreten können, wenn ein Hindernis steht oder irgendwelche Gegenstände das Durchschwenken verhindern.

Man hat daher den Seitenwechsel bewußt von einer besonderen Bedienung des Mannes an der Steuerwelle abhängig gemacht. Es muß der Schalthebel an der Steuerwelle in die Stellung "Seitenwechsel" gebracht werden.

Bei der Schaltstellung "Seitenwechsel" wird der Rohrstrahl-Steuermotor mit dem Potentiometer der Handmaschinen-Steuerung geschaltet. Dieser geht infolge einer Feder zunächst auf Null und wird beim Loslassen des Handrades von der Feder nach innen wieder in die Nullstellung gebracht. Je nach Anstellung des Handrades nimmt der Rohrstrahl eine kleinere oder größere Schwenkgeschwindigkeit an. Innerhalb der Geschwindigkeiten von  $\pm 3$  % läßt sich das Steuerhandrad leicht bewegen, darüber hinaus tritt eine verstärkte Feder in Kraft. Hierdurch soll verhindert werden, daß beim Richten der Rohre mit zu hohen Geschwindigkeiten gefahren wird, welche auf die Dauer dem Rohrstrahltrieb schaden könnten; andererseits besteht beim Seitenwechsel die Möglichkeit, die Rohre schnell mit einer Geschwindigkeit von etwa 5 % auf die andere Seite zu bringen. Beim Seitenwechsel sind die vorherigen Endlagen durch die Schaltstellung "Seitenwechsel" überbrückt. Gleichseitig ist die  $\alpha$ -Steuerung auf einen Hebelgeber in oberer Position des Streuwinkel-Rechners geschaltet, denn es ist eine Aussteuerung des Winkelzahnrades nach der anderen Seite zu erwarten, so müßte man die Seite des Seitenwechsels immerhin dazu benutzen, die Endstellung auf Null zu erledigen. Der Hebelgeber in der Steuerwelle liefert die Rohrstrahlstellung, da ihm ebenfalls als elektrischer Wert die Null vom Streuwinkel-Rechner zufließt. Diese Rohrstrahlstellung ( $Q_r$ ) wird durch das Relais ausserhalb des Tona statt des geglätteten und errechneten Schußwinkels auf die Schußwinkel-Steuerung des Schußwertwandlers geschaltet. Da hier gleichzeitig ein Relais die Endlage überbrückt hat, folgt der Schußwertwandler dem Seitenwechsel des Rohrstrahles. Am Schußwertwandler sind auf dem Zerstückern "36a" zwei Rohrstrahlanschlüsse angeschlossen, es entsteht somit eine Schwierigkeit beim Umschalten der Rohrstrahlstellung zweier Rohrstrahlanschlüsse auf einen Empfänger im Tona. Durch ein in Wirkungsplan nicht angedeutetes Relais hat jeweils der Rohrstrahl die Vorwahl, welcher zuerst auf Seitenwinkel schaltet.

Um in unserem Beispiel fortzufahren, nehmen wir an, daß der errechnete Schußwinkel  $340^\circ$  geworden ist. Der Mann an der Steuerwelle kann dies leider nicht erkennen; er schwenkt solange durch,

... mit einem Bohrer wieder im Schussbereich ist, was ihm ein weiteres Schanzeichen signalisiert wird. Sobald dieses Schanzeichen erloscht, schaltet er wieder auf "Automatik" um. Die GA-Steuerung im Feinlauf auf  $306^\circ$  (Endlage), der Rohr-...  
...  $306^\circ$  herum (Erkennungskorrektur), die GA-Steuerung ...  
...  $306^\circ$  ...  $34^\circ$  und es kann geschossen werden.

... die Schaltstellung "Handmaschinen-Steuerung" über-  
... In dieser Stellung ist ebenfalls das Steuer-Poten-  
... Meter geschaltet, wobei allerdings die End-  
... sind. Wird dieses gewünscht, z.B. um in  
... zu gehen, so muß ein besonderer Endlagenüber-  
... werden. An der Schusswinkelanzeige wird  
... der vom Feinlauf kommende Schusswinkel angezeigt  
... die GA-Steuerung denselben Wert wie bei der  
... jedoch bei Anfall des To-  
... Bedienung gewohnt. In diesem  
... direkt vom Feinlauf und wird an  
... Gleichfalls läuft er über den Rohrstel-  
... nicht er-  
... Die GA-Steuerung übernimmt  
... und die Bohrer brauchen mit-  
... nur noch nachgesteuert werden.  
... da nun doch  
... ist und die GA's nicht um die  
... hin und her gesteuert werden.

... wird, wie schon erwähnt, von einer Steuerung mit-  
... nach Maßgabe der Kontakte auf  
... nachgesteuert und  
... daß ein Fächer  
... als Doppelfächer aus 2 Mehrsätzen  
... ein gewisser Versatz erfor-  
... welcher durch eine weitere Steuerung (direkte Kontakt-  
... in Verbindung mit entsprechenden Nullkontakten und Dif-  
... der GA-Verstellung überlagert wird. Die  
... erfolgt an einem Zentral-wahlschalter in der  
... Zentrale.

Die Abfeuerung erfolgt elektro-magnetisch von den Zielstellen aus.  
Beim Fächerschuss sorgt ein Zeitschalter dafür, daß die Schüsse in  
genügendem Abstand fallen, um sich nicht zu behindern.

Die Steuerzule befindet sich eine Optik, welche von einem Spezialfall für die Steuerzulen entwickelten Vorhaltegetriebe betätigt wird. Da der Rohrsatz allein nicht mehr die endgültige Schussleistung angibt, muß der Optik zusätzlich die GA-Verstellung zugeführt werden.

#### 2. Schaltung

Wie schon angedeutet, befinden sich in der Rechenstelle Schalter, welche bei Ausfall der Zentrale oder nur des Towa betätigt werden können. Bei Ausfall des Towa fällt die Stabilisierung der Optiken (Zule) aus dem Rohrsatz (Krümmungskorrektor) fort. Der Seitenwinkel wird für den Schusswinkel-Rechner und Koppler direkt vom TZA oder dem entsprechenden Meßgerät entnommen. Als Schusswinkel wird vom T Schusswinkel an die Rohrzule und Schusswinkel-Empfänger im TEA und Anzeigegerät übertragen. Für die GA-Steuerung wird, wie schon erwähnt, der vom Rohrsatz nicht übertragene Schusswinkelrest übertragen.

Im Ausfall der Rechenstelle wird der TEA direkt mit den Rohren verbunden. Die Steuerzule erhält unmittelbar den Schusswinkel vom TZA und die GA-Steuerung übernimmt wieder die restliche Einstellung des Schusswinkels.

Die Konstruktion der geschilderten Steuerzule ist schon wesentlich robuster als ihre Vorgänger, sie war so hergerichtet, daß sie durch das Eindrehen zweier Stirnräder leicht für Drilllinge und Vierlinge verwendet werden konnte.

#### 3. Stand der Entwicklung 1945

Während des Krieges haben sich die Torpedo-Feuereitungsanlagen recht gut bewährt. Es zeigte sich, daß die GA-Steuerung zuverlässig arbeitete und auch zur Krümmungskorrektur herangezogen werden konnte. Hiermit konnte die Rohrsatz-Fernsteuerung wieder durch die robustere elektro-hydraulische Handsteuerung ersetzt werden, wodurch eine wesentliche Vereinfachung der Anlage möglich war. Es bedurfte hierbei allerdings einer besonderen Lösung, von der noch die Rede sein wird. In ganzen gesehen zeigte sich, daß eine mögliche Typisierung der Geräte anzustreben war, um größere Serien gleichartiger Geräte fertigen zu können, wobei ein Optimum an Betriebssicherheit und ein

Minimale an Aufwand anzustreben war. Wie der Stand der Entwicklung 1945 war, zeigt das Projekt der beigelegten Zeichnung 84/65.

31. GA-Steuerung

Die wesentlichste Erfindung hierbei ist die Erfindung eines Krümmungsverfahrens mit Hilfe der GA-Steuerung. Dieses Verfahren wurde bereits bei den gegen Kriegsende ausgerüsteten Schiffen angewendet. Wie schon in dem vorhergehenden Abschnitt erläutert wurde, besteht sich die Schusswinkel-Einstellung an den Torpedo-Ausstoßrohren aus einem Winkel im Schiffssystem (Rohrwinkel  $Q_R$ ) und der GA-Einstellung im Horizontsystem ( $\epsilon'$ ) zusammen. Der die Steuerhöhe an den Rohrer braucht, ist also der eigentliche Wert  $Q_R + \epsilon'$ , welcher sich aus Werten zweier verschiedener Systeme zusammensetzt und daher geometrisch nicht darstellbar ist. Man kann jedoch folgende mathematische Ableitung durchzuführen:

Dieser Winkel ist der Schusswinkel im Horizontsystem sowohl die Summe aus dem Horizontwert der Rohrwinkel-Einstellung ( $Q_R'$ ) und der GA-Einstellung ( $\epsilon'$ ) als auch aus dem Seitenwinkel im Horizontsystem ( $\omega'$ ) und dem Verhältnswinkel ( $\beta'$ ).

$$Q_R' + \epsilon' = \omega' + \beta'$$

Diese Gleichung wird nicht verändert, wenn auf jeder Seite ein Wert sowohl hinzugefügt als auch abgezogen wird.

$$Q_R + Q_R' - Q_R + \epsilon' = \omega + \omega' - \omega + \beta'$$

Eine mathematische Umwandlung dieser Gleichung ergibt:

$$Q_R + \epsilon' = \omega + \beta' + (\omega' - \omega) - (Q_R' - Q_R)$$

Hiermit ist eine Gleichung für den Wert gefunden, welchen die Steuerhöhe an den Rohrwerten braucht. Die Steuerhöhe aus zunächst die Summe vom Seitenwinkel im Schiffssystem ( $\omega$ ) und Verhältnswinkel im Horizontsystem ( $\beta'$ ) erhalten, ebenfalls eine Kombination von Werten verschiedener Systeme, welche aber sehr gelassen kommt, da das Zielgerät der Torpedowaffe (TZ-Gebär) ihn in dieser Form liefert, denn der Seitenwinkel wird als Dichtung der schiffsfeste Skala im Schiffssystem gemessen und der Verhältnswinkel wird auf Grundlage des in der Horizontebene liegenden Zielreiecks als Horizontwert errechnet. Die bei der Gleichung noch vorhandenen Größen ( $\omega' - \omega$ ) und ( $Q_R' - Q_R$ ) stellen die Krümmungskorrekturen für Seite und Schusswinkel dar und müssen dem Schusswinkel des Zielgerätes

hinzugefügt bzw. davon abgezogen werden. Es ergibt sich hierdurch der große Vorteil, daß der Schußwinkel des Zielgerätes ständig auf die Lehre geschaltet bleiben kann. So lange das Krümmungsgerät richtig funktioniert, werden die Krümmungskorrekturen überlagert und die ganze Anlage ist krümmungsmäßig bereinigt; fällt das Krümmungsgerät aus, so ist eine Krümmungskorrektur nicht möglich und der Unterschied zwischen Horizont- und Schiffsystem entfällt. Es ergibt sich danach etwa eine folgende Anlage:

#### 12. Zielgerät

Das Zielgerät wird der Seite und Höhe nach wie bisher stabilisiert. Hierzu erhält es von der A-Komponente des Kurs, welcher durch eine Steuerung aufgenommen wird und nicht wie bisher der Seitenwinkel-Krümmungskorrektur überlagert wird. Es geschieht das, um einmal den Geber in der A-Komponente nicht durch einen Hilf-Geber in Tona zu belasten und zum anderen um den automatischen Gegenstand auszuwählen zu können. Weiterhin erhält das Zielgerät die bisher der Seitenwinkel-Krümmungskorrektur mit der zugehörigen Seiten-Steuerung und das Radbradgetriebe, welches nur noch den Richtvorgang steuert und daher mit geringerer Genauigkeit und kleinerem Aufwand hergestellt sein kann (keine Auswanderung). Für die Stabilisierung der Höhe nach wird wie bisher der Kippwinkel von Tona überlagert. Ein Verhalt-Getriebe ermittelt den Verhaltwinkel, welcher mit dem Seitenwinkel zum Schußwinkel überlagert wird. Eine besondere Steuerung überlagert die Schußwinkel-Krümmungskorrektur von Tona und überlagert sie dem Schußwinkel, so daß der für die Lehre des geeignete Wert ( $Q_0 + c'$ ) entsteht, welcher ständig an die Lehre übertragen wird.

Neben dem Zielgerät befindet sich ein Anzeige-Apparat, welcher die Entfernung, den Streuwinkel, die Gegenfahrt und -höhe, die Schußwinkelkorrektur und die Schußwinkel-Quittung anzeigt. Der Streuwinkel, die Gegnerdaten und die Schußkorrektur kommen von einem Koppler nebst Korrekturrechner aus der Zentrale. Es ist dies kein zweiter Schußwinkel-Rechner in der Zentrale wie früher vorgesehen, wodurch erheblich eingespart wird besonders dadurch, daß die Eingangswerte nicht noch einmal durch Nachsteuerungen aufgenommen werden müssen. Als Korrekturwert ( $\Delta Q$ ) ist in erster Linie an die Parallaxkorrektur unter Berücksichtigung des Winkelschusses gedacht, wobei man diesen Werten keine so übertriebene Genauigkeit mehr wie früher zuordnet.

Von großer Bedeutung ist, daß die Anlage ohne Umschaltung arbeitet. Es wird hierdurch die Kabel- und Schaltungsanlage in erheblichem Umfang vereinfacht und Fehlschaltungen werden vermieden. Zunächst werden am TZ-Geber die Gegnerdaten nach Schätzung eingestellt und die Rohrstütze richten nach dem mit diesen Unterlagen ermittelten Schußwinkel des TZ-Gebers. Der Offizier beobachtet sowohl die ganze Lage als auch die Werte, welche ihm von der Zentrale angezeigt werden. Er scheinen ihm diese richtig, so steht es ihm jederseits frei, seine Schätzung durch sie zu verbessern; es eine automatische Übertragung ist nach den bisher gemachten Erfahrungen nicht gedacht. In gleicher Weise wird mit der Schußwinkelkorrektur verfahren. Fällt der Towa aus, was am Arbeiten der Stabilisierung bemerkt wird, so werden am TZ-Geber die zugehörigen Steuerungen abgeschaltet und auf Null gestellt. Der Rohrsatz merkt hiervon nichts und wird somit nicht gestört.

Ein Blick auf den Towa zeigt den klaren und einfachen Aufbau. Der Zielerwartwandler und der Schußwertwandler sind vollkommen gleich. Der Schußwertwandler erhält vom Rohrsatz die Rohrsatz-Stellung im Schiffsystem ( $Q_R$ ) und bildet die Krümmungskorrektur ( $Q_R' - Q_R$ ), welche an das Zielgerät übertragen wird.

### 33. Rohrsatz

Die Steuerstufe auf dem Rohrsatz, welche in dem beigefügten Wirkungsplan als Schußwinkel-Stufe bezeichnet ist, enthält nicht mehr die Differentialstufe zur Überlagerung der GA-Steuerung mit dem Streuwinkel zum Zwecke des Höhenrechens. Es ist hierfür ein besonderer Getriebekasten auf dem Rohrsatz vorgesehen, damit die Schuß-Stufe einheitlich für alle Rohrsätze ausgebildet werden kann, während der Differentialkasten eine den Rohrsätzen eigentümliche Ausführung je nach Rohrzahl ist.

Die T Schuß-Stufe hat zunächst das Steuerhandrad für das elektrohydraulische Schwenkgetriebe. Endlagenschalter verhindern wieder das ungewollte Verlassen des normalen Schußbereichs, welcher nicht mehr durch die Pendelungen der Krümmungskorrektur beschritten ist. Ein Endlagenüberbrückungsschalter oder das Betätigen des Steuerhandrades über den normalen Bereich hinaus gegen eine verstärkte Feder gestatten das Verlassen des Schußbereichs. Ein Anzeige-Empfänger zeigt ständig den ganzen Schußwinkel an und hat wieder weiße Gegen-

zeiger für die Rohrrichtung und rote Gegenseiger für Rohr- plus GA-Richtung. Eine GA-Steuerung versucht immer diese roten Zeiger in Deckung mit den Innenseigern zu halten, während der Mann auf dem Rohrreits mit der Handmaschinensteuerung nur ganz roh die weißen Gegenseiger mit den Innenseigern, soweit es der Schußbereich zuläßt, in Deckung bringt. Für den Streuwinkel wird eine Einstellung von Hand nach Folgezeiger als ausreichend erachtet. Ein Vornaltgetriebe gestattet wieder notfalls am Rohrreits den Schußwinkel zu ermitteln.

Die Einstellung des Einzelschusses oder Fächer erfolgt am zweckmäßigsten am Rohrreits, wo auch ein Zeitschalter vorzusehen ist.

Es hat sich im Krieg gezeigt, daß nie ein Fächer aus 2 Rohrreitsen, ein sogenannter Doppelfächer, geschossen wurde. Es wurde jeweils immer nur ein Einzelschuß oder ein Fächer aus allen Rohren eines Rohrreitsen geschossen. Die Anlösung des Schusses erfolgt elektrisch von der Zielstelle.

#### J. Ausführung.

Die Konstruktion in Leichtmetall und Kugellagerung kann beibehalten werden, sofern nicht kurze Gleitlager für die Getriebe wie bei Weckrohren (Platinanalog) in Anwendung kommen. Das Leichtmetall muß durch elektro-chemische Behandlung und nachfolgendem Anstrich bzw. Fettung gut gegen Korrosion geschützt werden. Für die Geräte auf den Rohrreitsen ist eine Druckwasserdichtigkeit von 1 atü anzustreben; auch die Zielgeräte müssen mit erhöhter Wichtigkeit ausgeführt werden.

#### K. Zusammenfassung

Die beigelegte Zeichnung S4-3b 2) gibt einen schematischen Überblick über die Entwicklung der Torpedo-Feuerleitanlagen von 1926 bis 1945. Es ist zu erkennen, wie zuerst die Torpedowaffe einen schlichten Versuch im Anschluß an die bereits schon vorhandenen Artillerie-Feuerleitanlagen macht. Es wird bald erkannt, daß im Ernstfall beide Waffen, Artillerie und Torpedo, gleichzeitig werden arbeiten müssen, so daß eine selbstständige Torpedo-Feuerleitanlage erforderlich ist. Doch aber steht die Torpedowaffe im Schatten der Artillerie und ist noch stark von der Entwicklung der Artillerie-

Anlagen beeinflusst. Der erste Versuch unter Benutzung des verlockend einfach erscheinenden logarithmischen Prinzips mißlingt. Kurs entschlossen kehrt man zu dem bewährten geometrischen Zielfreßapparat zurück, welches jedoch bedingt durch die Bedienung kein zügiges Resultat ergibt, so daß die Rohre nicht folgen können.

In dieser Situation wird als rettende Lösung ein Dreieckgetriebe zur Ermittlung des Vorhaltewinkels und der Reichweite erfunden, welches sich so gut bewährt hat, daß es in allen folgenden Anlagen und später auch auf den U-Booten in großer Stückzahl Anwendung findet. Gleichzeitig wird für die Rechenstelle ein automatischer Koppler entwickelt, welcher brauchbare Unterlagen (Gegnerdaten) für die Berechnung des Schußwinkels liefert. In der Rechenstelle wird gleichzeitig ein Schußwinkel-Rechner angeordnet, welcher parallel zum Zielgeber den Schußwinkel ermittelt. Es lag hier der Gedanke zugrunde, daß die Zielstellen vorwiegend zur Messung des Feilwinkels dienen sollten und nur ausnahmsweise in Überraschungssituationen oder bei Ausfall der Zentrale den Schußwinkel ermitteln sollten. Man glaubte, daß man den Schußwinkel mit mehr Ruhe und Sorgfalt in der Rechenstelle ermitteln könne, wodurch die empfindlichen Mechanismen in geschützte Räume kamen und eine Entlastung der Zielmittel möglich war. Man hat sehr lange an diesem Grundgedanken festgehalten, welcher jedoch immer den Nachteil mehrerer Schußwinkel-Rechengetriebe nebst Gebern und der damit verbundenen oft recht umfangreichen und komplizierten Umschaltung hatte. Erst gegen Ende des Krieges hat man sich zu einer günstig erscheinenden Lösung (1945) durchgerungen, wo nur im Zielgeber der Torpedowaffe Schußwinkelgeber in Verbindung mit einem Vorhaltgetriebe untergebracht waren, welche in ständiger Verbindung mit den Rohren blieben. Die Anlage wurde hierdurch wesentlich vereinfacht und die Betriebssicherheit stark erhöht.

Ebenfalls mit Einführung des Dreieckgetriebes, des automatischen Kopplers und des Schußwinkel-Rechners in der Rechenstelle fällt die Aufstellung eines Fächergerätes an den Rohren. Man ging also erstmalig anlagenmäßig zum Fächersehpaß über, um die Treffwahrscheinlichkeiten zu vergrößern.

Diese erste vollständige Torpedo-Feuerleitanlage, wie wir sie auf Kreuzer "Nürnberg" finden, blieb eine lange Zeit der Standardtyp der Torpedo-Feuerleitanlagen. Es kommt zwar bald das Auswanderungs-

verfahren hinaus (1936 - 1938), wird aber später als unbefriedigend wieder fallen gelassen.

Die weitere Entwicklung beschäftigt sich mit der Veredlung der Anlage. Es war in erster Linie erforderlich, eine Lösung zu finden, welche dem Rohren die Übernahme des Schusswinkels erleichtert. Mit dem vorhandenen elektro-hydraulischen Schwenkgetriebe war der beste Mann nicht in der Lage, dem Schusswinkel laufend zu folgen, es mußte mit Fehlern von  $1^{\circ}$  gerechnet werden, während  $0,1^{\circ}$  angestrebt wurde. Man glaubte, in dem Zentral-Abfeuergerät eine ideale Lösung gefunden zu haben und rüstete weitere Anlagen spontan damit aus. Leider hatte diese Lösung, welche die Richtarbeit an den Rohren auf ein Mindestmaß reduzierte, indem der Schuß beim Durchschwenken der Rohre ausgelöst wurde, wenn Schusswinkel und die Rohrachsneigung gleich waren, einen erheblichen Aufwand zur Folge und brachte eine große Abhängigkeit von dem einwandfreien Zustand einer komplizierten elektro-mechanischen Anlage.

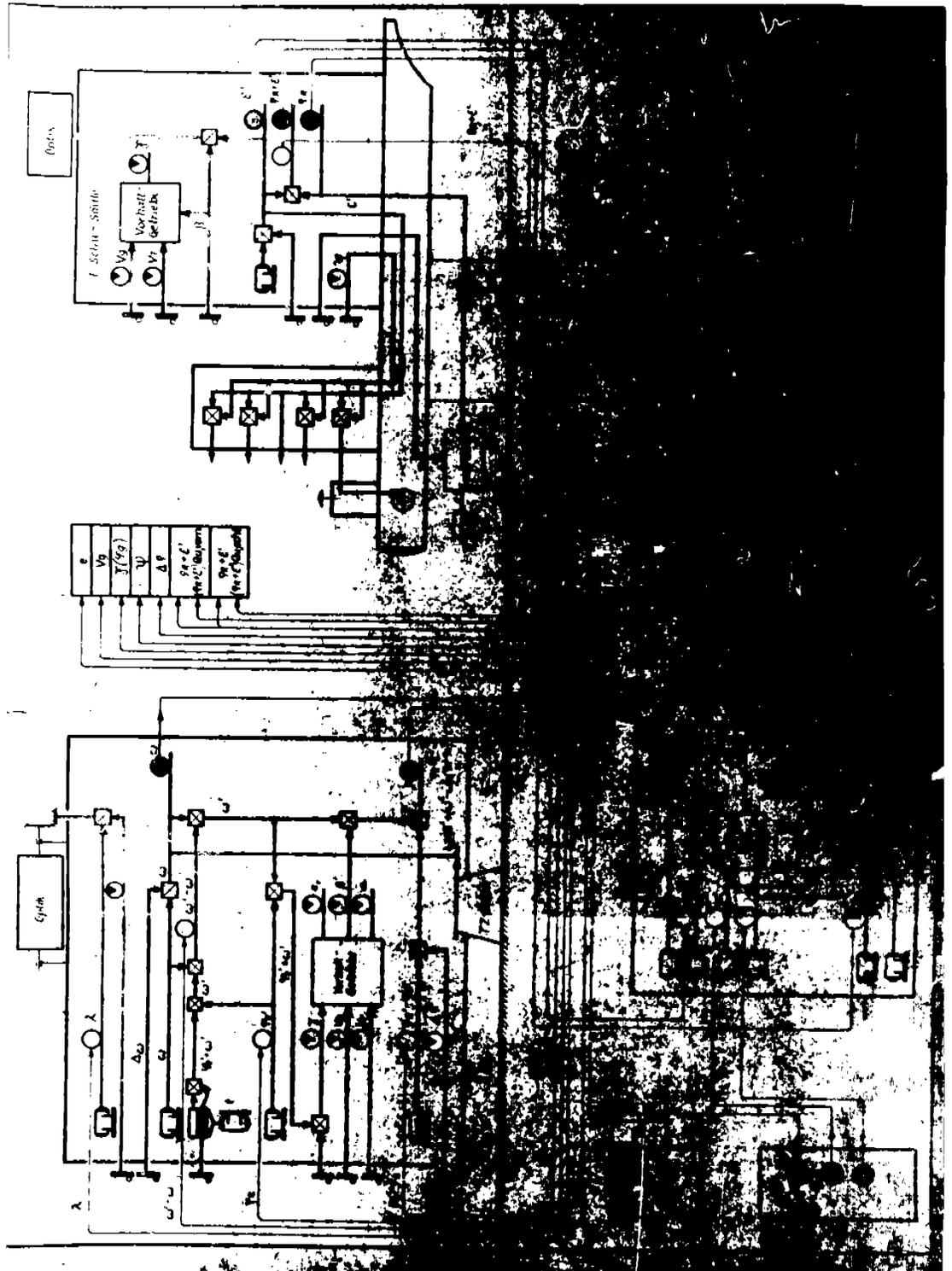
Als sich ausserdem eigenartige Unregelmäßigkeiten beim Fächer-schuss einstellten, wurde der Einfluß der Schiffsbewegungen bei See-gang auf die Torpedo-Feuerleitanlage untersucht und man kam zu der Erkenntnis, daß dringend ein Krümmungsausgleich erforderlich sei. Es wurde der Towa entwickelt und in richtiger Erkenntnis der Lage gleichzeitig eine Stabilisierung der Zielmittel vorgenommen. Leider ging man etwas zu weit, indem man auch die Rohrachse stabilisierte. Hieran war zum großen Teil die mangelnde Erhaltung bezüglich des Winkelschusses schuldig, welche bald nachgeholt wurde, so daß vorübergehend die Rohrachsfernstuerung und die GA-Steuerung parallel bestand. In Verbindung mit der GA-Steuerung wurde auch der Fächer durch Einstellung des Streuwinkels auf den Rohrachsen und der damit verbundenen Spreizung der GA's ermöglicht und die Ab-feuerung über einen Zeitschalter ausgelöst. Sobald befriedigende Berichte über die GA-Steuerung vorlagen - man hatte einige an den Rohren und am Torpedo ändern müssen - ließ man die elektrische Fernsteuerung fallen und kehrte zur elektro-hydraulischen Hand-steuerung zurück. Die Verhältnisse an den Rohrachsen brachten es mit sich, daß man die Organe der Torpedo-Feuerleitanlage an den Rohren in Steuerachsen vereinigte. Durch eine geschickte mathematische Aufspaltung gelang es, die Krümmungskorrekturen dem Schuss-winkel additiv zuzusetzen und einen für die Rohrachse geeigneten Schusswinkel ( $Q_R + \epsilon'$ ) zu bilden.

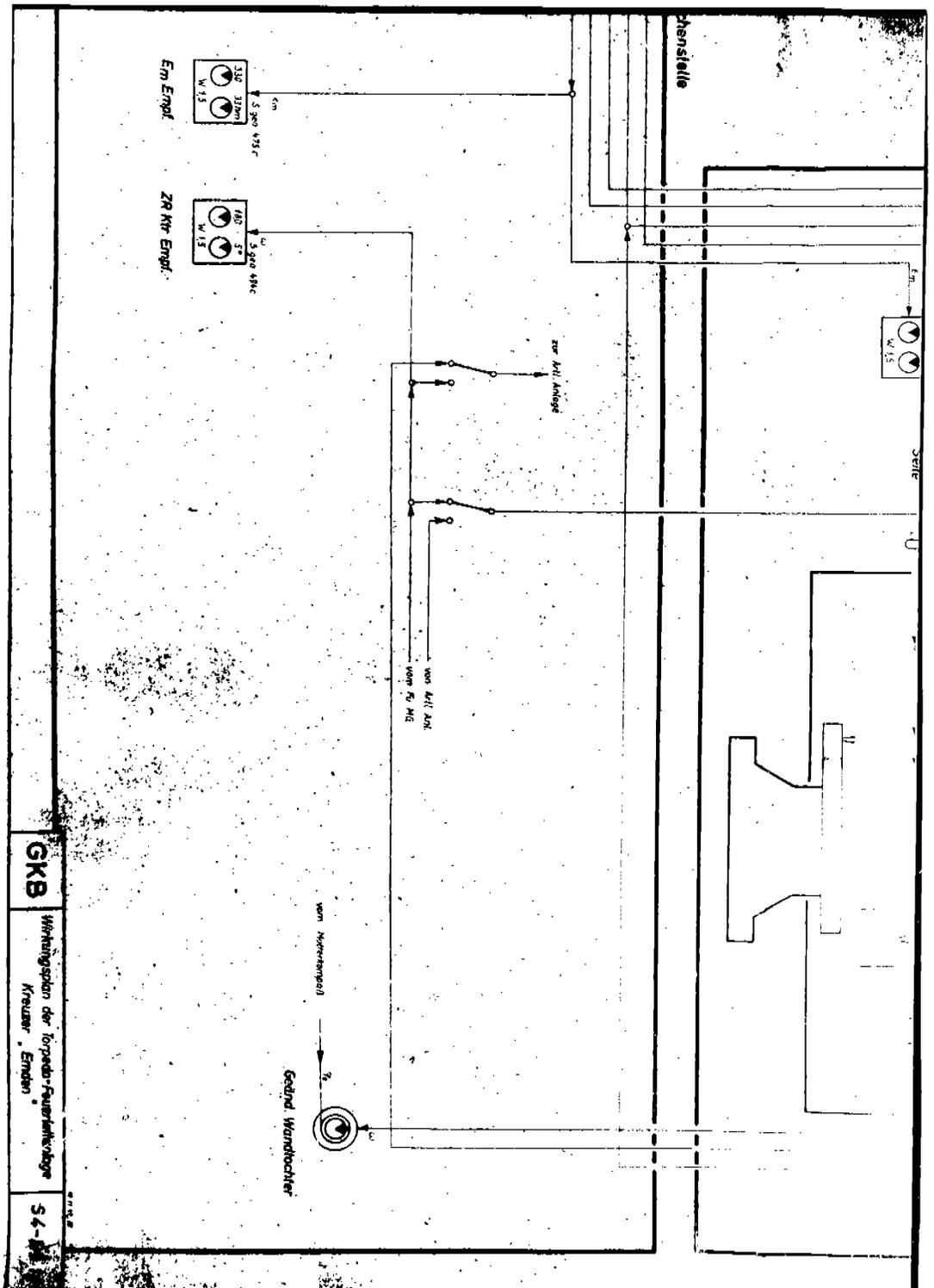
Parallel zu dieser Entwicklung lief die Verbesserung des Kopp-  
lers, welcher zum Schluß mit einem Korrektur-Rechner in einem  
Gerät vereinigt werden sollte. Hierdurch wäre auch der als be-  
sonderes Gerät bestehende Streuwinkel-Rechner entfallen.

Was die Ausführung der Anlagen betrifft, so ist man im Laufe der  
Entwicklung von Rotguß und Gleitlagerung zu Leichtmetallguß und  
Kugellagerung übergegangen. Eine Platinenbauweise, wie sie zum  
Schluß auf den U-Booten angewendet wurde, ist auf den Überwasser-  
schiffen nicht mehr zur Anwendung gekommen.

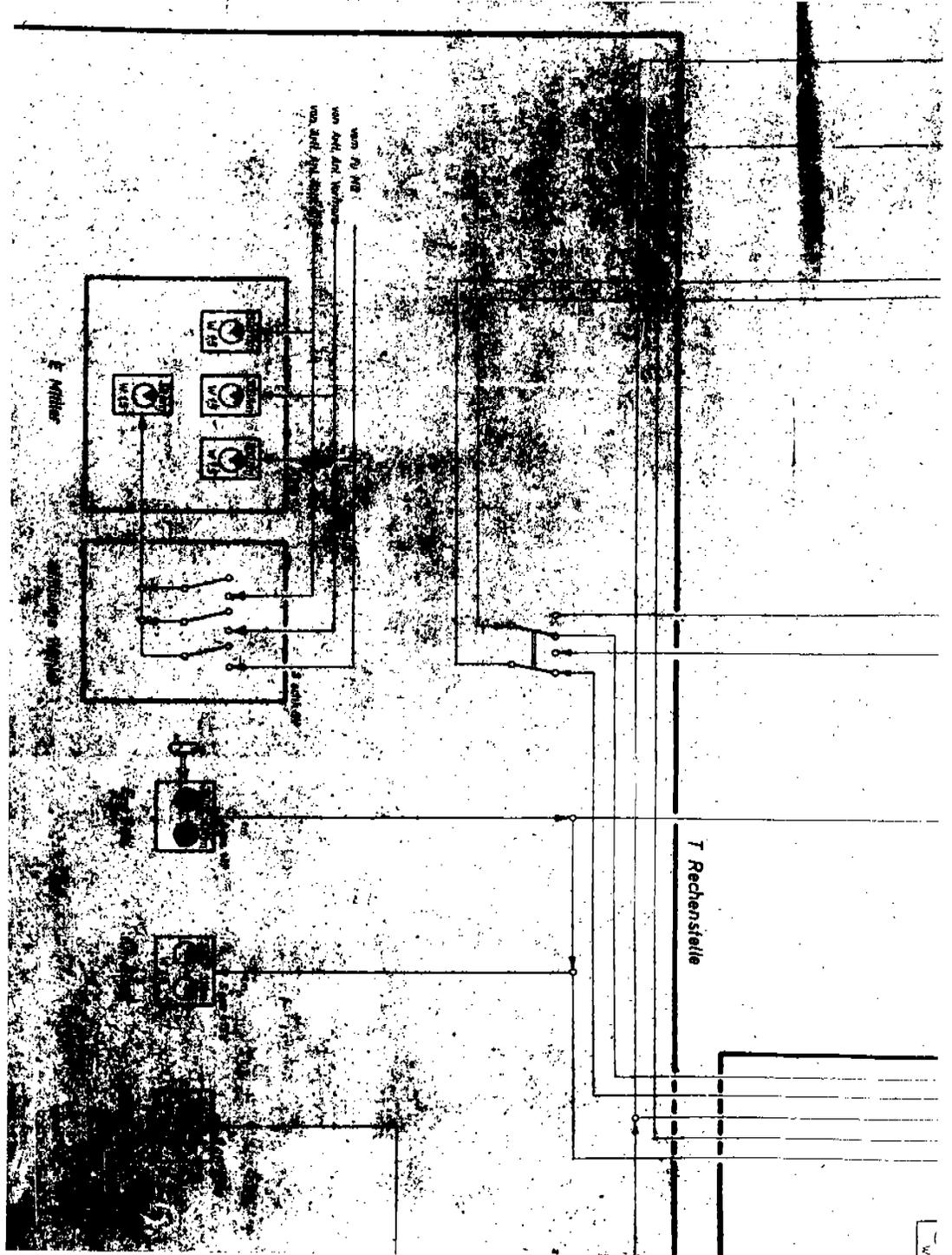
Über die mathematischen Grundlagen und über die Genauigkeiten  
geben folgende Arbeiten Aufschluß: "Theorie der Torpedo-Feuer-  
leitanlagen der Überwasserschiffe" und "Analyse der Fehler der  
Torpedo-Feuerleitanlagen der Überwasserschiffe".

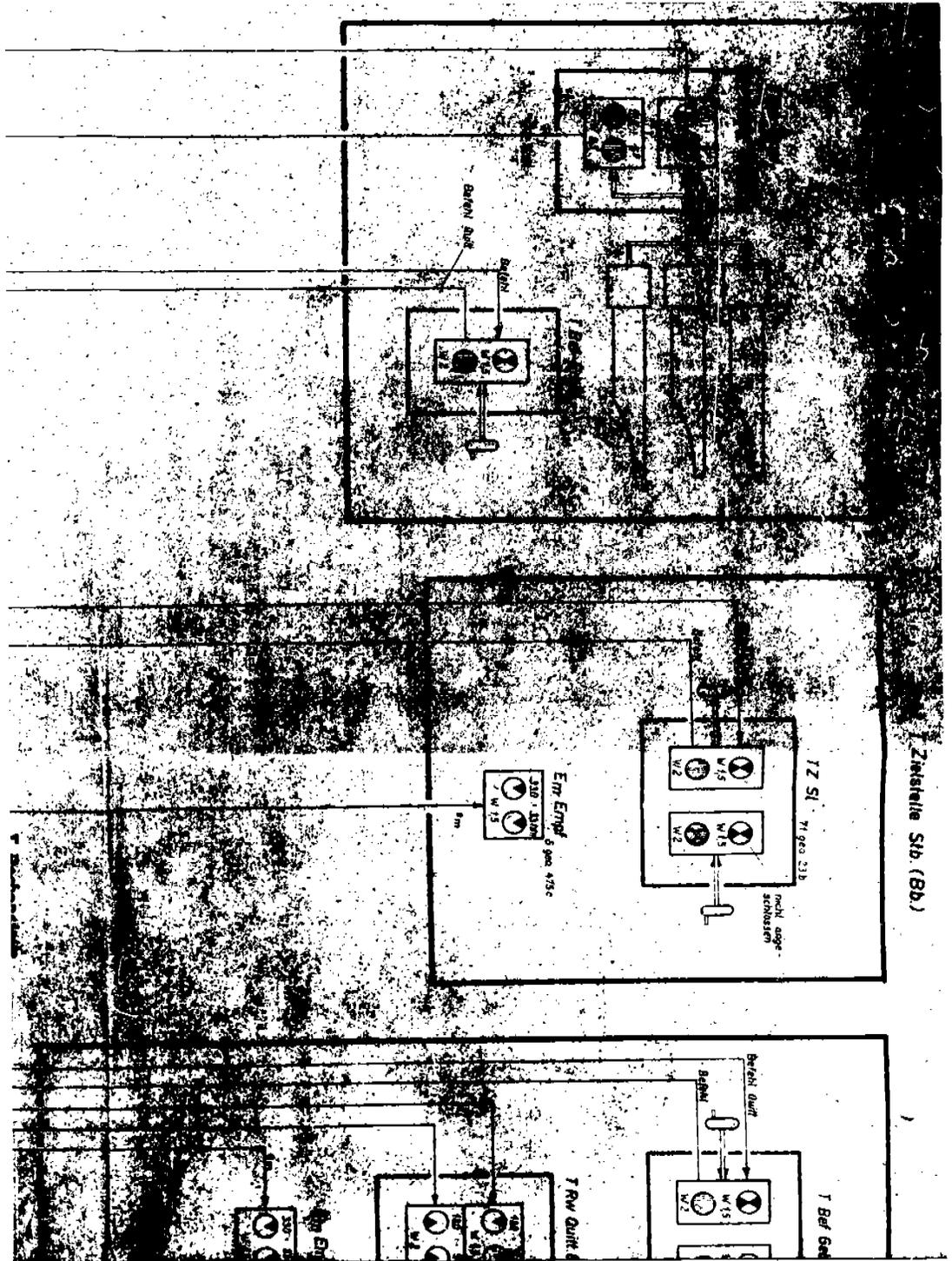
*Helmig*

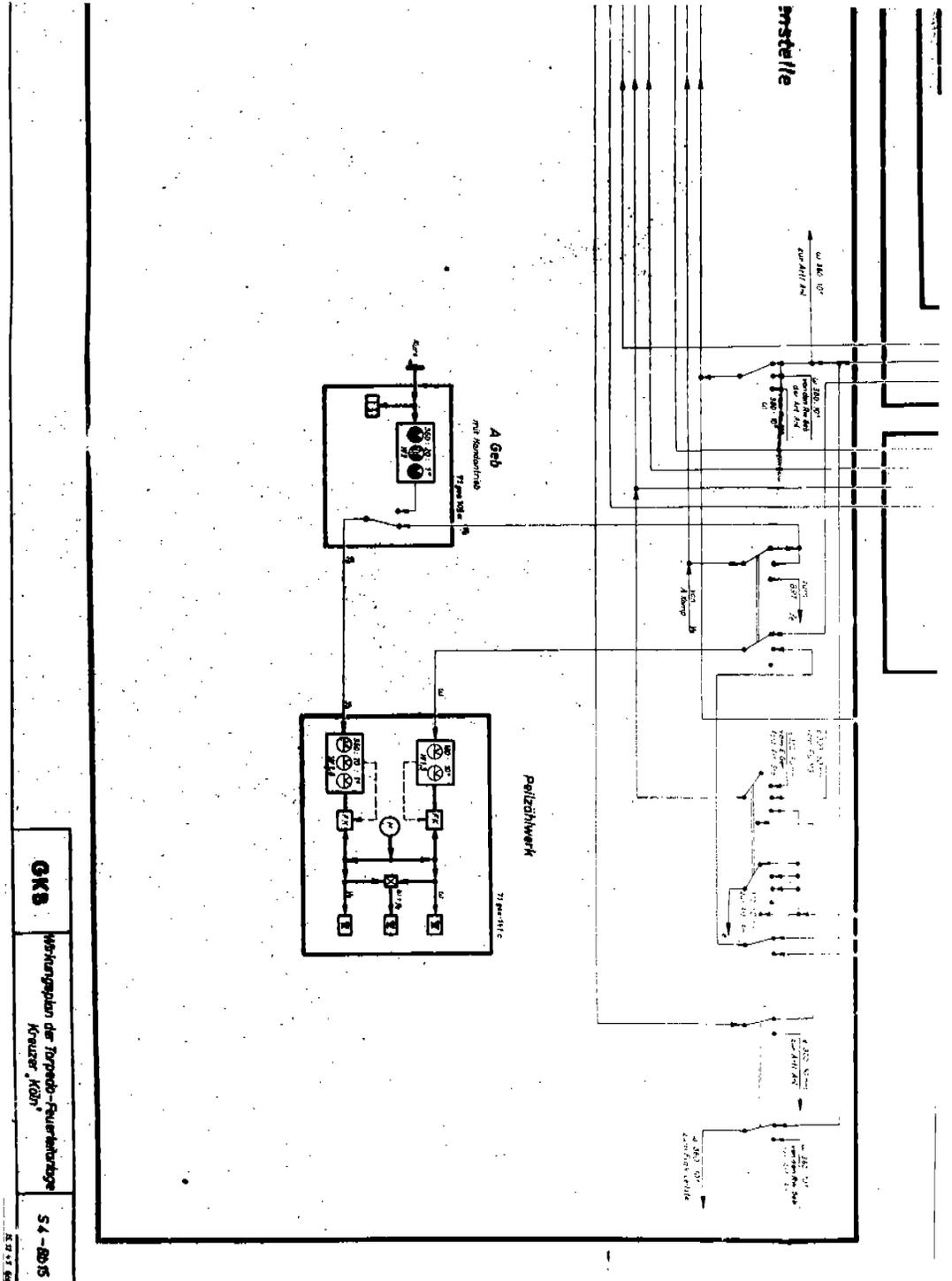




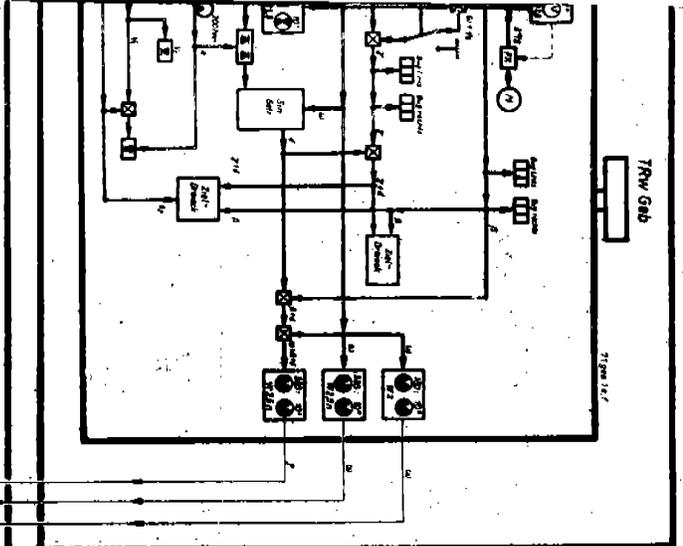




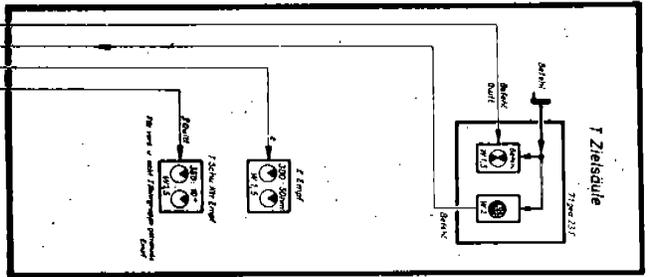




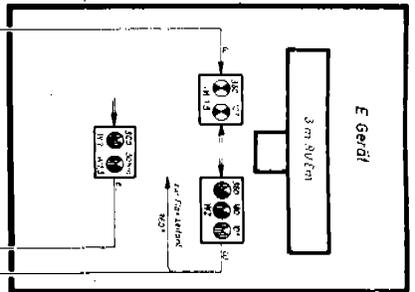
Nachtzielstelle Sib (Bb)



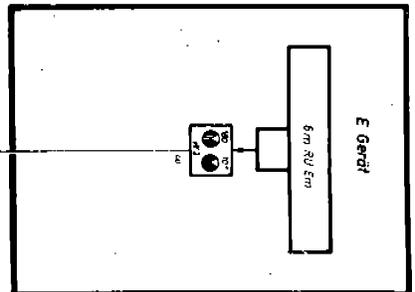
Acht T Zielstelle Sib (Bb)



Fockmast Sib (Bb)



Acht Stand



T Rechenstelle

